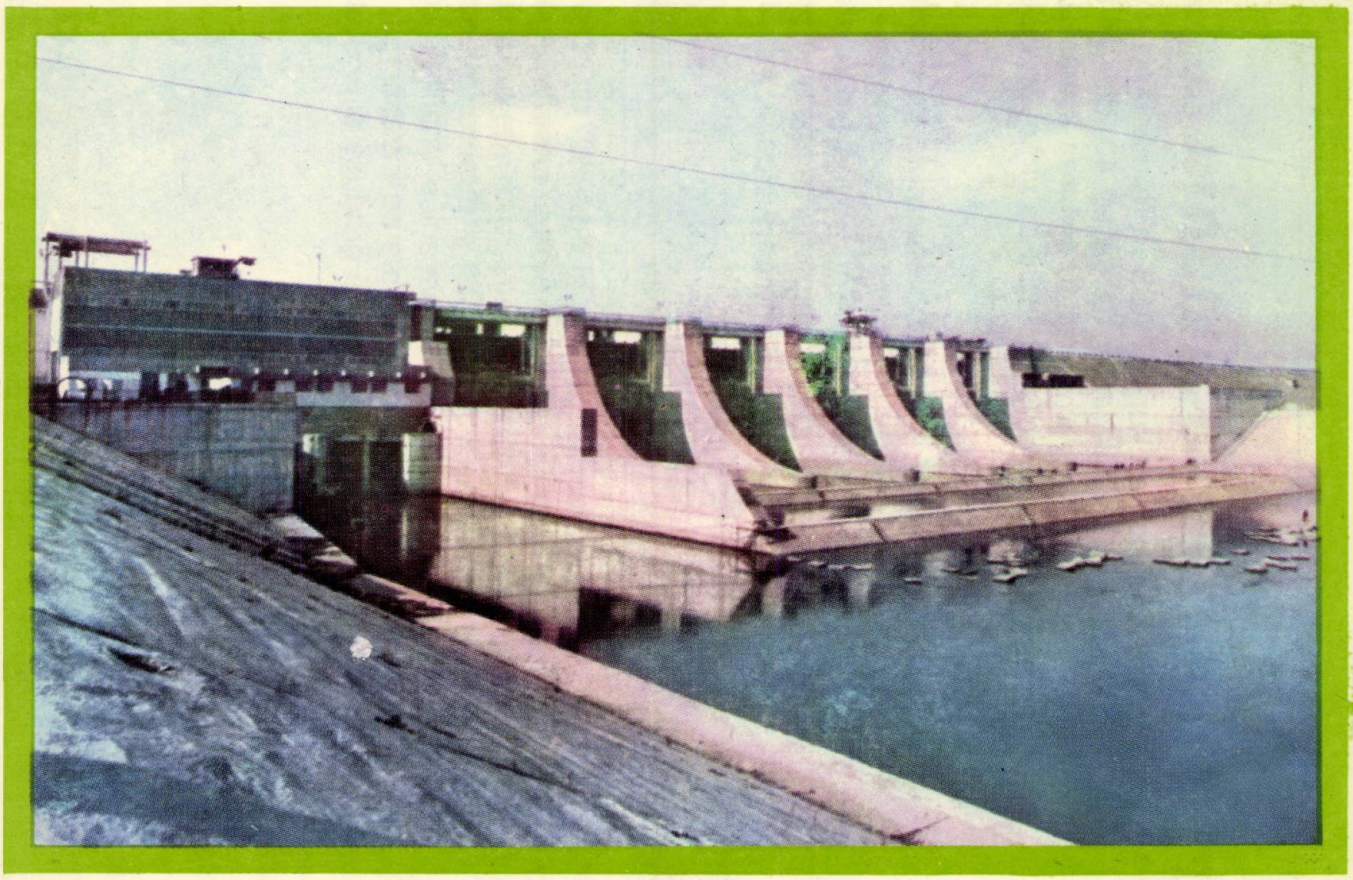
E 2039

ANUL
42

energetica

seria A



1

2048

ianuarie – februarie 1994

ABB Energoreparaţii România este prima societate mixtă a Grupului ABB în România.

Ea îmbină o experienţă de peste 40 de ani a Intreprinderii Energoreparaţii în servirea sistemului energetic naţional cu tehnologia de vîrf a Grupului ABB.

Oferta noastră cuprinde:

- **Execuţia de piese şi subansamble de schimb** pentru echipamentele din centralele energetice şi de termoficare: turbine cu abur, generatoare electrice, cazane de abur, echipamente aferente gospodăriei de combustibil, motoare electrice de 6KV, etc.
- **Reabilitări de grupuri energetice** din centralele termoelectrice, recondiţionări de piese şi subansamble, reparaţii de echipamente energetice.
- **Servicii şi lucrări uzinale şi de teren** utilizînd aparatură de ultimă oră: măsurători şi analize de vibraţii, echilibrări dinamice pentru rotorii de turbină şi ventilatoare, echilibrări de maşini rotative în funcţionare, lucrări de montaj şi punere în funcţiune a echipamentelor reparate de societate, analize chimice, încercări mecanice, analize metalografice şi alte lucrări de laborator, elaborarea de documentaţii tehnice legate de întreţinerea, repararea şi reabilitarea centralelor energetice.

ABB Energoreparaţii exportă produse şi execută lucrări în ţări din Europa, Asia şi Africa.

Vă invităm la cooperare!

SERVICIILE NOASTRE

LA DISPOZITIA DUMNEAVOASTRA

ABB Energoreparaţii România
Bd.Energeticienilor 13-15
sect.3, Bucureşti - România
Cod 74568
Telefon +401 322 50 64 ÷ 69
Fax: +401 321 09 47; +401 321 51 31
Telex: 065 12 012 ABBER

ABB

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 42 NR. 1, SERIA A IANUARIE – FEBRUARIE 1994

ISSN : 1220–5141

MOSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1883 OMSZÁGOS KÖZPONT

CUPRINS

INTERVIU CU DL. VICTOR VAIDA, PREȘEDINTELE RENEL 3–8

ORIENTĂRI ÎN ENERGETICĂ

GABRIEL POENARU, CONSTANTIN POPESCU, GEORGETA STĂNCIULESCU : Securitatea resurselor energetice naționale 9–13

CENTRALE TERMOELECTRICE

STOIAN PETRESCU, ROXANA IORDACHE, GEORGE STĂNESCU : Principiul I al termodinamicii pentru sistemele închise, cu luarea în considerare a ireversibilității generate de viteza finită a pistonului, laminare, frecarea piston-cilindru 14–20

MIRCEA CÂRDU : Opțiuni privind construcția turboagregatelor cu turbine cu abur de mică putere 21–27

CENTRALE HIDROELECTRICE

VALERIU BOGAN : Amenajarea potențialului hidroenergetic al României pe termen mediu 28–30

PROTECȚIA MEDIULUI

NICOLAE ANTONESCU : Reducerea emisiilor de NO_x prin controlul temperaturii de ardere 31–36

OPINII

ROMULUS SFICHI : Definirea și clasificarea manifestărilor tehnico-științifice în procesul informării documentare 36–37

ISTORIA ENERGETICII

PAUL CARTIANU, SPIRIDON DUMITRU : Încheierea planului de amenajare a cursului superior al Ialomiței prin realizarea CHE Bolboci-Scropoasa 38–44

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

GEORGE MANOLESCU : Reuniunea CEE-ONU privind eficiența energetică și tranziția economică în Europa Centrală și de Răsărit 44–45

DIN ENERGETICA MONDIALĂ

IONEL CHIRIȚĂ : Probleme operaționale de tactică și strategie în energetica nucleară 13

INFORMAȚII 8

Revista ENERGETICA a fost înființată în anul 1953, continuînd tradiția vechilor publicații inginerești care au avut preocupări în domeniul energiei, ca de exemplu :

— Diaru pentru vulgarizarea științelor naturale și fizice (1870–1882) ;

— Buletinul Societății Politehnice (1887 1944) ;

— Buletinul Asociației Generale a Inginerilor din România — AGIR (1919–1946) ;

— ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921) ;

— Buletinul Asociației Producătorilor și Distribuitorilor de Energie Electrică — APDE (1932–1944) ;

— Buletinul Institutului Român de Energie — IRE (1933–1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparțin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parțială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacție. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor științifice și volumelor în care acestea sînt inserate.

Revista apare alternativ în două serii :

— seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc. ;

— seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, stațiilor electrice, ale liniilor de transport și distribuție a energiei electrice, sisteme electroenergetice etc.

Fiecare serie are 6 numere pe an.

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.
Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone: (401) 322.06.92; (401) 321.69.66.\251
Fax: (401) 3129315
Telex: 10783 Iccer

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE: dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ — secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing. Laurenţiu GOIA; dr. ing. Dan GOLICIU; prof. dr. ing. Nicolae GOLOVANOV; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing. Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; dr. ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PĂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; dr. ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; dr. ing. Anton ROŞU; ing. Margarios SALGIAN; ing. Mihai SĂNDULEAC; dr. ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU; ing. Dinu VOINEA

Redactor: Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:

ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8, sect. 3, CP 79619, Bucureşti

Telefon: (401) 322 06 92; (401) 321 69 66/251

Telex: 10783 Iccer; Fax: (401) 3129315

Coperta I. Centrala Goleşti pe Argeş. Vedere din aval

S.C. «UNIVERSUL» S.A. — c. 3970

Interviu cu domnul VICTOR VAIDA, președintele RENEL

În această perioadă de tranziție a economiei noastre, cu greutăți și cu multe șocuri, energetica românească are multe impedimente și multe capcane pe care trebuie să le depășească.

Am considerat de mare utilitate ca la acest început de an să cunoaștem părerea domnului președinte al RENEL, Victor Vaida, în legătură cu unele aspecte mai delicate ale producerii, transportului și distribuției energiei electrice și căldurii.

Iată mai jos motivațiile, întrebările și răspunsurile :

Strategia RENEL trebuie să se bazeze pe rezultatele prognozelor privind diferite categorii de consumatori, în special ale celor din diferite ramuri industriale, din agricultură etc.

V-au fost puse la dispoziție suficiente studii de prognoză pentru diferite categorii de consumatori, din partea acestora sau din partea altor foruri? Ce informații principale lipsesc?

Pînă în prezent, RENEL nu a dispus de toate studiile și datele necesare pentru a stabili cu suficientă credibilitate necesarul de energie pentru diferiți consumatori.

Aceasta se datorește și faptului că situația din economia românească are în prezent caracter de tranziție în urma „rupturii" produse în 1989 și datele obținute nu prezintă un grad prea ridicat de certitudine. Este interesant de menționat că se estimează atingerea consumurilor anului 1989 abia în anul 2005. Între problemele care au condus la ideea construirii unei strategii a RENEL bazate pe elaborarea unor scenarii capabile să acopere o plajă largă de situații, pentru a evita, în măsură cît mai mare, unele „surprize", se numără, în afara scăderii dramatice a consumului, așa cum am arătat mai înainte, insuficiența resurselor financiare, dificultățile în asigurarea cu combustibili necesari, precum și necunoașterea evoluției prețurilor acestora în viitor.

Între studiile primite, un studiu pertinent de prognoză a fost primit de la Regia Autonomă a Lignitului (RAL), care a elaborat o lucrare amplă privind dezvoltarea extracției de lignit pînă în anul 2000. Pe baza acestei lucrări și în urma schimburilor de păreri între RAL și RENEL a rezultat un program de dezvoltare care s-a comunicat și Ministerului Industriilor.

Date fiind dificultățile menționate, RENEL a elaborat fundamentat un program propriu de dezvoltare pe baza unei prognoze efectuate prin metode sintetice.

La stabilirea programului de dezvoltare RENEL, s-a ținut seama și de „Strategia reformei ramurilor industriale", elaborată de Ministerul Industriilor în 1992.

Recent, în urma solicitării completării unor chestionare privind evoluția în perspectivă a consumului de energie electrică, am primit date și de la principalele departamente : Mine și Geologie, Industria Metalurgică, Industria Construcții de Mașini, Industria Chimică și Petrochimică și Direcția Generală Petrol și Gaze. Toate aceste date confirmă relansarea consumului de energie electrică în perspectivă.

De asemenea, programul de dezvoltare a avut în vedere și unele prognoze din studii elaborate anterior în țară, precum și prognozele Băncii Mondiale sau cele rezultate din studiile unor consultanți din străinătate.

În ipoteza că răspunsul la prima întrebare nu poate fi suficient sau categoric, sînt necesare „chei elastice" pentru adaptarea strategiilor industriei energei electrice la impacturile neașteptate ale creșterilor cererilor de putere și energie ale unor consumatori.

Are strategia RENEL această calitate a elasticității, astfel încît să se adapteze dinamic la cerințele consumatorilor pentru a putea realiza o politică acceptabilă pentru combustibilii primari?

Strategia RENEL a fost elaborată, așa cum am mai spus, pe baza unor scenarii capabile că acopere toată plaja de situații ce pot apărea pe termen mediu și lung și de aceea considerăm că are calitatea adaptării în mod dinamic la cerințele consumatorilor de energie electrică. În plus, există un excedent de capacitate în producerea energiei electrice, dar realizarea practică a unor producții peste programele stabilite necesită consumuri suplimentare de combustibili. Trebuie spus că, întrucît RENEL nu dispune întotdeauna de resurse financiare și, în principal, de valută pentru contractarea și achiziționarea unor cantități de combustibili de pe piața mondială în termenele practicate uzual, aceste tranzacții se realizează atunci cînd situația o impune și uneori la prețuri majorate.

Unul din elementele de bază ale strategiei RENEL, care condiționează elasticitatea acesteia, este reforma prețurilor și a tarifelor la energia electrică și termică. Dintre principalele cerințe pe care consider că sistemul tarifar trebuie să le satisfacă aș aminti următoarele :

a) să asigure pentru toate categoriile de consumatori un semnal care să determine utilizarea rațională a energiei ;

b) să asigure recuperarea costurilor justificate pe care transportul și distribuția energiei le pretind ;

c) să respecte principiul egalității tratamentului tuturor consumatorilor, în sensul că oricare doi consumatori cu același comportament energetic să înregistreze același preț mediu de revenire pentru energia consumată ;

d) să prezinte o suficientă diversificare și suficientă flexibilitate pentru a putea oferi consumatorilor posibilități de alegere în procesele de negociere pe baza cărora să încheie contracte de furnizare.

Realizarea unui astfel de sistem de tarife prin perfecționarea și diversificarea actualelor structuri tarifare sperăm că va răspunde cerințelor dinamice ale consumatorilor.

Se știe că industria energiei electrice nu mai poate fi desprinsă de problemele mediului înconjurător. În lume, industria energiei este clasificată ca fiind pe primul loc între poluatorii mediului. Și aceasta se datorează, în special, folosirii combustibilului fosil ca energie primară.

Care sînt prevederile pe termen scurt, mediu și lung în ceea ce privește raportul între energiile primare fosile și energiile primare regenerabile (inclusiv energia apelor), care vor fi folosite în RENEL? Aceeași întrebare se pune și pentru raportul față de energia nucleară?

In perspectiva anului 2000 ponderea energiei electrice produsă din surse primare regenerabile, inclusiv energia apelor, va crește în total producția RENEL de la 19,5% ,prevăzută pentru anul acesta, la 20,5%. În ceea ce privește energia nucleară, prin punerea în funcțiune a CNE Cernavodă, la nivelul anului 2000 ponderea acesteia în total producție va fi de 9,2%.

Bineînțeles, combustibilul fosil se va mai folosi în România încă mulți ani.

Ce grupe de măsuri sînt prevăzute pe termen scurt, mediu și lung, pentru reducerea poluării mediului (sol, ape, aer)?

Impactul negativ asupra mediului înconjurător produs de instalațiile energetice și în special de termocentrale, este datorat în principal combustibililor inferiori folosiți (cărbuni indigeni cu putere calorică 5,9—7,9 MJ/kg cu conținut de cenușă 30—50% și păcură cu conținut de sulf 1—3%). La majoritatea emisiilor poluante mai contribuie starea echipamentelor (durata de viață și uzura ridicată, disponibilitatea și eficiența redusă sau lipsa instalațiilor moderne de depoluare) în timp ce producția importantă de energie electrică pe gaze naturale (35, 5%) și în hidrocentrale (22%), precum și ponderea însemnată a producției de energie în regim de termoficare (21,5% din totalul energiei electrice produse în termocentrale) contribuie la reducerea emisiilor poluante.

Pentru reducerea poluării mediului în strategia RENEL s-au prevăzut următoarele măsuri pe termen scurt :

— perfecționarea proceselor de control și reglare a arderii ;

— utilizarea păcurii cu conținut redus de sulf, începînd cu termocentralele din capitală și din marile centre urbane ;

— aducerea performanțelor electrofiltrelor la nivelul valorilor de proiect, cu ocazia reabilitărilor „ușoare" ;

— reducerea spulberărilor de cenușă din depozite prin aplicarea unor măsuri adecvate pentru stabilirea stratului de suprafață ;

— limitarea creșterii suprafețelor la depozitele de zgură și cenușă prin valorificarea în diverse domenii a cenușii captate în stare uscată ;

— îmbunătățirea performanțelor separatoarelor de păcură.

Pe termen mediu și lung :

— proiectarea noilor termocentrale la nivelul normelor de emisii practicate în CEE ;

— adoptarea, cu ocazia reabilităților „grele", a unor măsuri primare de reducere a emisiilor poluante ;

— dotarea principalelor termocentrale cu sisteme de supraveghere continuă (monitoring) a emisiilor poluante ;

— aplicarea unor măsuri secundare de depoluare a gazelor de ardere, în cazurile în care măsurile primare nu asigură încadrarea emisiilor în valorile normate ;

— extinderea gradului de valorificare a tuturor categoriilor de cenușă (de vatră, de electrofiltre, din depozit) ;

— dezvoltarea unui sistem propriu de monitoring continuu a radionuclizilor din apă, aer și sol în zonele din vecinătatea obiectivelor nucleare ;

— adoptarea unor soluții moderne și eficiente de reducere a nivelului zgomotului, mai ales la termocentrale ;

— studierea efectelor cîmpurilor electrice asupra populației din zonă ;

— promovarea de studii moderne de încadrare în peisaj a obiectivelor energetice, inclusiv a liniilor și cablurilor electrice.

În toate prezentările energeticii românești, naționale sau internaționale, se arată și în cuvinte, ca și prin indicatori, că țara noastră este una dintre cele mai puțin eficiente energetic.

A introdus RENEL în strategia sa, principiul gestiunii integrale a energiei de la producere, transport, distribuție la utilitate (DMS)? Ce grupe de măsuri sînt incluse în această strategie?

România se caracterizează printr-o eficiență relativ scăzută a utilizării energiei electrice, în principal la consumatorii industriali, unde intensitatea energetică este mare față de țările OECD.

Pentru îmbunătățirea acestei situații, în strategia sa RENEL a introdus conceptul de planificare integrată a resurselor (Integrated Resource Planning) care analizează, prin metoda planificării la costuri minime (Least Cost Planning), optimizarea soluțiilor și selecția lor, într-un cadru comun atît pentru partea de producere (Suply-Side), cît și pentru cea de consum (Demand-Side). Pentru acest sistem de planificare, DSM (Demand Side Management) reprezintă un instrument de lucru în scopul analizării eficienței utilizării energiei. Promovarea eficienței energetice, în condițiile necesității retehnologizării cît mai ridicate a activității agenților economici reprezintă o necesitate stringentă în lupta concurențială din economia de piață.

Plecînd de la principiul că obiectivul final al regiei este asigurarea serviciului public și satisfacerea necesarului de energie al consumatorilor în condiți de calitate, eficiență, la un preț scăzut, cu un profit minim, cu limitarea impactului instalațiilor energetice asupra mediului înconjurător, în strategia RENEL au fost incluse următoarele grupe de măsuri pentru eficientizarea energiei în RENEL și la clienții săi:

a) studii privind: utilizarea tehnologiilor și echipamentelor cu grad ridicat de eficiență energetică, introducerea acționărilor electrice cu turație variabilă, extinderea și diversificarea sistemelor de gestionare a consumurilor energetice la agenții economici, efectul eficienței energetice asupra depoluării mediului, tarifarea energiei electrice;

b) acțiuni promoționale în rîndurile consumatorilor pentru a-i conștientiza în utilizarea eficientă a energiei și în procurarea produselor electrice de pe piața care prezintă randamente energetice mari (pliante, broșuri, articole, consultanțe tehnice, simpozioane, conferințe, propagandă prin mass-media etc.);

c) acțiuni de instruire și perfecționare a personalului privind principiile, tehnicile și mijloacele utilizate în promovarea programului DSM și a noilor raporturi furnizor-consumator;

d) demararea unor proiecte pilot în anul 1993:

— creșterea eficienței sistemului de încălzire într-o microzonă de blocuri din București;

— creșterea eficienței energetice la două platforme industriale și la Regia de Ape București prin introducerea acționării cu turație variabilă la o parte din motoarele electrice existente și prin introducerea unui sistem computerizat de supraveghere, măsură și gestionare în timp real a energiei electrice și termice;

e) colaborări la programele de introducere pe plan național a sistemului de etichetaj energetic și de standardizare a eficienței energetice;

f) coordonarea tehnică a programului național de introducere a acționărilor electrice cu viteză variabilă;

g) asistența tehnică și economică acordată consumatorilor pentru utilizarea eficientă a energiei electrice și termice;

h) inițierea unor acte normative și reglementări cuprinzînd problematica utilizării eficiente a energiei electrice (Regulamentul de furnizare și utilizare a energiei electrice — în vigoare, Regulamentul de furnizare și utilizare a energiei termice — în curs de elaborare, Legea energiei în curs de elaborare, Declarația program RENEL în problematica activităților DSM etc.).

Subliniem însă faptul că gestionatea energiei electrice este strîns legată de existența unor echipamente de mare acurateță, care, în special pentru agentul termic, sînt deficitare în țara noastră. În acest sens trebuie întreprinse demersuri pentru fabricarea lor în țară sau importarea acestora de la firme cu renume în domeniu.

Ca exemple concrete privind preocupările în dimeniul DSM se pot menționa:

1. Încălzirea orașului București este analizată pentru determinarea soluțiilor optime de către firma BECHTEL (SUA) cu finanțare US-TDA.

2. Împreună cu SEP (OLANDA) și EdF, întocmirea unui studiu de dezvoltare în ansamblu a sistemului energetic românesc, avîndu-se în vedere specificul acestuia (ponderea ridicată a termoficării), finanțarea urmînd a fi realizată de participanți și de PHARE.

3. În reducerea ineficienței energetice la consumatori RENEL colaborează cu Agenția Română de Conservare a Energiei (ARCE), organism responsabil pentru promovarea la nivel național a programelor de eficiență.

RENEL a optat în mod ferm pentru adoptarea conceptului „DSM" în relațiile sale cu consumatorii.

În scopul atingerii țelurilor strategiei sînt necesare elemente fie represive, fie stimulatoare, sau de influență prin jocul pieței libere.

Care sînt principiile aplicate pentru atingerea țelurilor strategiei? Care este rolul prețului energiei? Care este rolul legislației?

RENEL a introdus în strategia sa următoarele componente:

— dezvoltarea sistemului de dispecer național cu introducerea componentelor de EMS (Energy Management System — componenta operativă) pentru evaluarea tehnică și economică a relației cerere-ofertă. Studiul de fezabilitate pentru EMS/SCADA se finalizează în septembrie a.c., rezultînd pachetul de măsuri ce se va eșalona în raport cu prioritățile (termen scurt/mediu/lung) și disponibilitatea de finanțare;

— dezvoltarea sistemului informațional și informatic și a suportului de comunicații aferent în vederea gestiunii globale a sistemului energetic ca funcțiune a sistemului de conducere managerială;

— introducerea unor elemente represive/ /stimulatoare în gestiunea consumului de energie este condiționată de existența unui cadru legislativ adecvat: acest cadru nu este în prezent suficient pregătit (după legea energiei sînt necesare legi complementare cu prevederi privind stimularea consumatorilor economici sau cu preocupări de înlocuire a proceselor tehnologice energofage);

— tarifele pentru energia electrică și termică să prezinte un semnal pentru fiecare consumator, determinînd o permanentă preocupare pentru gospodărirea și utilizarea judicioasă a energiei.

În discuțiile specialiștilor din RENEL în legătură cu problema prognozei tarifelor se precizează că în viitor acestea trebuie să se bazeze pe costuri marginale pe termen lung. Se știe că în sistemul pieței libere conceptul de cost marginal și prețul produsului pe piața liberă (mondială) au o deosebită importanță pentru deciziile previzionale și aceasta este valabil și în domeniul energiei.

Cum va evolua proiectarea tarifelor pentru energia electrică și căldură față de costurile marginale și care vor fi corelațiile cu prețurile de pe piața mondială?

În conformitate cu prevederile Hotărîrii Guvernului României nr. 266/93 producția de energie electrică reprezintă una din ramurile strategice ale economiei naționale și constituie un „monopol natural", fapt care justifică activitatea RENEL ca regie autonomă.

Există patru mituri foarte răspîndite în legătură cu întreprinderile de tip monopol, și anume: un monopolist va recurge întotdeauna la cele mai mici prețuri posibile, un monopolist nu poate înregistra pierderi, un monopolist nu are nevoie de reclamă pentru produsele sale deoarece este singurul producător pe piață, un monopolist generează inflație în sistemul economic.

Analizele economice științifice bazate pe o abordare corectă și riguroasă arată că toate aceste patru afirmații sînt neîntemeiate. Acest tip de analize scoate în evidență obligativitatea calculării costurilor marginale și a utilizării lor ca bază pentru politicile de tarifare.

Calculul și proiectarea sistemelor de tarifare se face în general pe baza costurilor medii înregistrate. Teoria economică arată că stabilirea arbitrară a nivelului prețului la energie poate fi deosebit de păguboasă pentru furnizor atît în cazul cînd prețurile sînt prea mari, cît și în situația în care ele sînt prea mici. Elementul de control în acest proces îl reprezintă tocmai costul marginal pe termen lung, care dacă este corect calculat oferă imaginea reală a efortului financiar al producătorului de energie.

Evident că toate aceste considerații sînt foarte eficiente în economiile stabile, cu inflație controlată și stabilitate economică.

În România, în această perioadă de tranziție, confruntați cu puternice fenomene inflaționiste, cu presiunea cursului de schimb și cu caracterul extrem de limitat al resurselor materiale și financiare și cu un puternic blocaj financiar, sîntem nevoiți să utilizăm pentru proiectarea tarifelor, analiza costurilor medii înregistrate în perioadele anterioare, să ținem cont de costurile marginale pe termen scurt generate de creșterea prețurilor în lei la combustibili, de cursul leu-dolar și de deprecierea puterii de cumpărare a leului, fapt pentru care nu este posibil să determinăm un cost marginal stabil pe termen lung.

Ca strategie a apropierii de proiectarea tarifelor pe baza costurilor marginale pe termen lung — structura costurilor medii înregistrate RENEL include și taxele de dezvoltare.

Ca obiect strategic, RENEL își propune corelarea prețurilor sale cu prețurile de pe piața mondială, proces complicat, condiționat de evoluția prețurilor la combustibili și de evoluția întregii economii naționale. Ne propunem, de asemenea, ca direcție strategică eliminarea subvențiilor între diferitele activități ale RENEL și ameliorarea sistemului de analiză și evidență a costurilor, fără de care nu se poate vorbi de o sănătoasă și transparentă politică de tarifare.

De o deosebită importanță pentru realizarea unei strategii care să conducă la o dezvoltare durabilă este problema resurselor umane, inclusiv a dotării acestora pentru a putea să-și îndeplinească atribuțiile de management și gestiune.

Care sînt principalele obiective și acțiuni din domeniul resurselor umane pe care le are în vedere RENEL pentru a ajunge pe termen mediu și lung la indici competitivi cu cei ai unităților energetice din țările dezvoltate industrial (ca de exemplu cele din UCPTE)?

În cadrul planului de reformă al RENEL modernizarea gestiunii resurselor umane reprezintă unul din obiectivele țintă, fiind o necesitate prioritară pentru asigurarea succesului în tot ceea ce își propune să realizeze RENEL în continuare.

În cadrul Planului Director de Reformă aprobat de Consiliul de Administrație RENEL este cuprins un program de modernizare a resurselor umane, care cuprinde următoarele obiective:

— perfecționarea structurilor organizatorice pe filiera resurselor umane;

— modernizarea și informatizarea instrumentelor de gestiune curentă a personalului;

— introducerea unui sistem modern de gestiune previzională a personalului;

— perfecționarea sistemului de salarizare și a relațiilor de muncă în sensul stimulării performanței profesionale;

— modernizarea sistemului de formare profesională.

Desigur, sînt și alte aspecte importante care țin de strategia RENEL pe termen mediu și lung, pe care conducerea regiei ar dori să le explice energeticienilor din România. În orice caz, dintr-o strategie generală rezultă și o organizare adecvată, care ar trebui să asigure realizarea tactică, adaptarea ei conjuncturală în timp, în condiții optime.

Care sînt principiile pe care le veți aplica, din punctul de vedere al organizării RENEL (centralizarea sau descentralizarea autofinanțării locale, bugete centrale, aplicarea largă a principiilor delegării etc.)?

Procesul de reorganizare și modernizare RENEL se fundamentează pe următoarele principii:

— păstrarea unei societăți naționale preponderente, capabilă să asigure coerența la nivel național a sistemului energetic și să țină sub control adecvat procesele de schimbare simultan cu asigurarea funcționării normale a instalațiilor energetice;

— structura pe trei niveluri organizatorice:
nivelul 1 — serviciile centrale;
nivelul 2 — direcțiile generale operative;
nivelul 3 — unități operative (filiale);

— separarea activităților funcționale (de stat major) de cele operative; între serviciile de nivel 1 și cele de nivel 2 există un raport de complementaritate;

— principiul de subsidiaritate (la nivelul „n" nu se iau decizii ce se pot lua corect la nivelul „n—1");

— conducerea prin obiective, bugete și indicatori de performanță;

— logica de funcționare descentralizată și autonomie operațională într-un cadru unitar de coerență strategică;

— principiul de transparență a costurilor;

— proceduri, instrumente și mijloace unitare în managementul resurselor;

— contractualizarea relațiilor comerciale interne; introducerea contractelor de management între niveluri.

Revista ENERGETICA prezintă în general opiniile specialiștilor români și străini în cadrul unor discuții libere degajate de presiuni „oficiale", asigurîndu-se, bineînțeles, un nivel de competență, credibilitate sau bună credință. Acest climat în cadrul Colegiului de Redacție a fost asigurat prin acordul general al energeticienilor — inclusiv al conducerii RENEL, principalul susținător al revistei noastre.

Cum vedeți aportul pe care revista ENERGETICA l-ar putea aduce în scopul susținerii realizării strategiei RENEL, în cadrul independenței și libertății de opinie?

Revista ENERGETICA trebuie să continue modul de lucru prin care se încurajează exprimarea liberă a opiniilor specialiștilor cu calificare ridicată din exploatare, din cercetare, din proiectare, din învățămînt și din alte instituții, astfel încît prin idei și soluții noi să se ofere și regiei noastre (RENEL) și altor organisme care au tangență cu energetica românească, variante de soluții asupra cărora se va putea opta.

Pe de altă parte, prin conținutul ei, revista este o interfață a reprezentării nivelului tehnic, tehnologic și științific al energeticienilor.

Experiența arată că această publicație este utilă din toate punctele de vedere, de aceea RENEL o susține moral și material prin abonamente, asigurîndu-i în același timp libertate deplină în activitate și dînd încredere deplină Colegiului de Redacție.

Revista ENERGETICA trebuie să fie și în viitor, publicația **tuturor** energeticienilor din România.

La începutul celui de-al 42-lea an de activitate îi urmăm succese în continuare.

* * *

Colegiul de Redacție mulțumește președintelui RENEL, ing. Victor Vaida, pentru timpul acordat acestui interviu și speră că răspunsurile vor fi utile pentru orientarea tinerilor specialiști în activitatea lor.

Din partea Colegiului de Redacție interviul a fost luat de redactorul șef, Eugen Pavel, în luna noiembrie 1993

Informații

Sîntem rugați să vă informăm:

CALL FOR PAPERS

The European Federation of Chemical Engineering — The Working Party on Loss Prevention in the Process Industries nvites you to attend the
8th International Symposium on Loss Prevention an Safety Promotion in the Process Industries
Antwerp, 19—23 June 1995
BELGIUM

MAIN THEMES

1. Safety, management systems, human reliability
2. Hazards research
3. Methods safe design, prevention and protection
4. Risk assessment, including consequence models

TOPICS

Case histories are welcomed in general
1.1. Procedures, organisation, manuals, checking, review, auditing, management of change
1.2. Humain behaviour, mental processes, man-machine interface, ergonomics
1.3. Emergency planning, trans-border aspects
1.4. Inspection and maintenance, reliability, training and education
1.5. Law and regulation, new Seveso directive

2.1. Properties of materials, experimental test methods
2.2. Spills on land in water, dispersion of vapour clouds
2.3. Fire, gas and dust explosions, BLEVE's
2.4. Toxicity, environmental impact models and data
2.5. Reactor run-away, self reactive materials

3.1. Inherent safety
3.2. Piping, tanks, reactors, columns, silo's, valves and pumps
3.3. Pressure relief, relief stream capture
3.4. Process control, sensors and actuators, computers
3.5. Protective system
3.6. Plant lay-out, domino effects
3.7. Standards and safety features
3.8. Fire fighting

4.1. General methodology, statistics, data banks
4.2. Hazard identification, HAZOP, knowledge based systems, simulation
4.3. Industrial sites in populated areas, risk perception acceptance criteria communication
4.4. Bulk transport of dangerous goods by road, rail, pipeline and water
4.5. Cost-benefit considerations, insurance

SECRETARIAT

8th Loss Prevention Symposium
c/o Ingenieurshuis vzw
Desguinlei 214
B-2018 Antwerpen (Belgium)
tel. +32 3 216 09 96
fax. +32 3 216 06 89

CONGRESS LANGUAGE

All papers, presentations, posters an courses will be in English the only official language of the Symposium.

PARTICIPATION

Everyone interested in attending the Symposium and in receiving further information is invited to return the enclosed Form I to the Secretariat.

DUE DATES CALENDAR

Dending abstract	15.2.94
Acceptance and classification of papers	15.4.94
Sending of full manuscript	15.9.94
Registration and payment	30.3.95

Pentru consultarea formularelor de înscriere și pentru alte lămuriri vă puteți adresa la redacția revistei noastre.

După o scurtă prezentare a consumului energetic pe plan mondial, precum și a tendințelor ce se conturează în acest sens, se face o analiză pe plan intern pe fiecare tip de resursă privind rezervele, condițiile de extracție și posibilitățile de acoperire a consumului intern. De asemenea, sînt prezentate unele aspecte legate de producerea energiei electrice și termice.

În final sînt enumerate avantajele pe care le are România comparativ cu unele state est-europene pentru asigurarea unei structuri optime a consumului de energie atît din punct de vedere tehnico-economic cît și ecologic.

Securitatea resurselor energetice naționale

ing. & ec. GABRIEL POENARU,

ing. CONSTANTIN POPESCU,

mat. GEORGETA STĂNCIULESCU *

After a brief presentation of the structure of the worldwide energy consumption as well as of the tendencies in this field, an analysis of every type of sources as regards the reserves, extraction conditions and possibilities of covering the internal consumption, is carried out for our country. At the same time, several aspects related to the electric and thermal energy generation are presented.

Finally, Romania's advantages in comparison with certain East European States are reviewed in order to ensure an optimum structure of the energy consumption both from technical-economical and ecological point of view.

Considerații

Resursele energetice reprezintă unul dintre suporturile dezvoltării economico-sociale ale unei țări, volumul și structura activităților socio-economice fiind în corelație directă cu disponibilitatea și volumul resurselor.

Prin securitatea resurselor energetice naționale se înțelege gradul de acoperire a nivelului consumului de energie, în general, și a celui pentru producerea energiei electrice și termice, în special. Se va face foarte pe scurt, o prezentare a situației resurselor energetice primare pe plan mondial și a tendinței consumului acestora pînă în anul 2005.

Pe plan intern se va analiza atît evoluția fiecărui tip de resursă primară pînă la nivelul anului 2000, cît și posibilitățile de asigurare a necesarului pentru producerea energiei electrice și termice. Vor fi prezentate concluziile ce rezultă din această analiză.

Declinul natural al resurselor indigene și în consecință necesitatea apelării tot mai mult la import, impune cunoașterea resurselor pe plan mondial, a modului de dispunere a acestora, ca și a tendințelor structurii consumului, acestea fiind importante atît sub aspectul evoluției posibile a prețurilor, cît și al stabilirii eventualelor surse de import.

Utilizarea unei anumite resurse de energie reprezintă rezultanta îmbinării corespunzătoare a următoarelor patru aspecte :

— serviciile pe care fiecare tip de resursă le asigură ;

— tehnologiile care vor fi capabile să satisfacă mai bine aceste servicii ;

— beneficiile aduse de servicii ;

— riscurile pe care le implică utilizarea unei anumite resurse (ecologice, financiare etc.).

Resursele energetice în lume

Evaluînd raportul dintre rezervele dovedite și nivelul producției din 1989 la resursele energetice fosile, pe țări și grupe de țări, cunoscuta firmă englezească British Petroleum (BP) prefigurează termenele de epuizare pentru fiecare resursă în parte.

* Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice, București

Cărbunele, cea mai abundentă resursă, are o rezervă de producţie de 390 de ani, 60% găsindu-se în ţările în curs de dezvoltare, 50% în China, SUA şi CSI reprezentînd respectiv 13% şi 12% [6].

Ţiţeiul are o rezervă de producţie de circa 40 de ani, ţările în curs de dezvoltare dispunînd de 86% din rezerve. Ţările dezvoltate, împărţite între OECD şi non-OECD, au fiecare rezerve de producţie puţin mai mari de 10 ani [10].

Rezervele de gaze naturale sînt împărţite în mod egal între ţările în curs de dezvoltare şi cele dezvoltate, dar ţinînd seama de nivelurile de producţie, rezervele de producţie revin la 155 de ani la primele şi 39 de ani la cele din urmă.

Analizînd comparativ cu 1990 prognoza structurii consumului de energie pînă în 2005, elaborată de Comisia Economică Europeană [1] se constată :

— o creştere a ponderii consumului de gaze naturale de la 20% la 24% ;

— o menţinere relativ constantă a ponderii energiei nucleare (6%), energiei hidro (2—3%) şi a resurselor reînnoibile (7%) ;

— o scădere a ponderii combustibililor solizi de la 27% la 25% şi a ţiţeiului de la 38% la 35%.

Deşi se poate spune că tendinţele la nivel mondial ascund o serie de disparităţi, totuşi cu mici diferenţe tendinţele generale se menţin şi la niveluri zonale.

Analizînd comparativ producţia de resurse energetice primare a României, care la nivelul anului 1990 se situa la 1,71 tep/loc., cu alte ţări europene cu economie de piaţă, se constată că aceasta este comparabilă cu cea realizată de Franţa (1,73), Belgia (1,21) [7], de circa două ori mai mare decît Spania şi circa patru ori mai mare decît Italia. În schimb, PIB-ul realizat nu suportă termeni de comparaţie, fiind deja bine cunoscută energointensivitatea excesiv de mare a PIB-ului în cazul României.

Totuşi, spre deosebire de o mare parte din ţările Europei, România prezintă trei mari avantaje care ar putea să-i permită elaborarea unei strategii a resurselor :

1 — **dispune, totuşi, de resurse naturale importante ;**

2 — **are capacităţi de producere a energiei electrice şi termice excedentare,** lucru ce poate permite o optimizare a utilizării resurselor pentru obţinerea unor costuri de producţie minime în condiţiile menţinerii unor capacităţi corespunzătoare în stare de funcţionare ;

3 — **are o poziţie geografică favorabilă.**

Vom analiza pe rînd aceste anataje.

Resursele energetice ale României

Evoluţia resurselor energetice primare indigene este prezentată în figura 1, de unde se poate observa tendinţa producţiei fiecărei resurse.

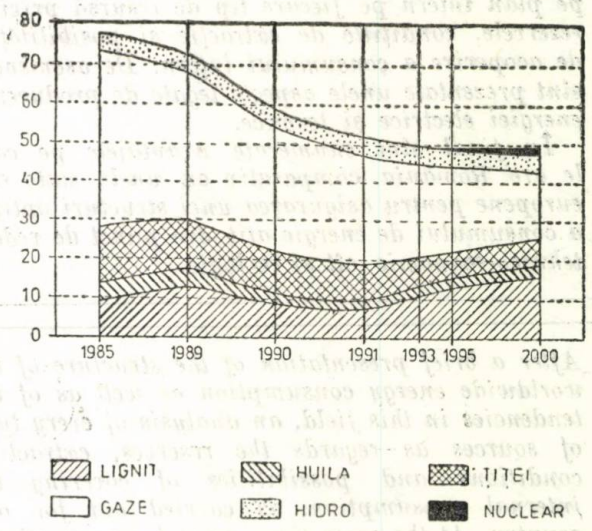


Fig. 1. Evoluţia resurselor de energie primară în România (milioane t.c.c.).

Cărbunele este resursa care va cunoaşte o creştere a producţiei şi se caracterizează prin următoarele aspecte :

— gradul de cunoaştere a zăcămintelor este suficient de ridicat pentru a permite o apreciere certă a producţiilor atît din subteran, cît şi din carieră ;

— rezervele industriale de cărbune din perimetrele aflate în exploatare şi în deschidere, calculate la un nivel mediu de producţie de 38 mil. t/an din cariere şi circa 12 mil. t/an din subteran, prezintă un grad de asigurare de respectiv 45 de ani şi 70 de ani [5] ;

— în condiţiile asigurării investiţiilor necesare nivelul producţiei de huilă netă se va cifra la 6,1 mil. în 1995 şi 7,1 mil. t în 2000 la un grad de utilizare a capacităţilor de 81,6% şi respectiv 87,6% ;

— în aceleaşi condiţii de asigurare a investiţiilor, producţia netă de lignit este prevăzută să ajungă la 4,9 mil. t/an în 1995 şi 64,4 mil.t/an în 2000, la un grad de utilizare a capacităţilor de respectiv 91,1% şi 90,3% ;

— condiţiile de extracţie sînt deosebit de grele, calitatea lignitului este scăzută, astfel, în cazul în care preţurile pe piaţa internaţională vor continua să rămînă la nivelul actual competitivitatea cărbunilor din ţară rămîne discutabilă.

Producția internă de **țiței** a intrat, începînd din 1983, în declin; după ce două decenii la rînd s-a situat între 10—16 mil. t/an, ajunge la 7,9 mil. t în 1990 și 6,45 mil. t în 1992;

— declinul natural la țiței nu s-a putut compensa prin intensificarea lucrărilor de extracție și descoperire de noi zăcăminte;

— zăcămintele de țiței și gaze sînt într-un stadiu avansat de exploatare, zăcămintele nou descoperite sînt cu rezerve relativ mici față de cele vechi;

—se prevede o creștere a gradului de recuperare a țițeiului din zăcămînt prin utilizarea de tehnologii corespunzătoare; aportul extracției prin această metodă se prognozează la 35% la nivelul anului 2000 față de 31,3% în 1991 (3];

— o creștere a producției este posibilă și ca rezultat al cooperărilor încheiate cu firme străine în domeniul identificării și exploatării de rezerve noi de țiței;

— rezervele actuale rezultate din studiile efectuate asupra bazinelor și formațiunilor geologice sînt evaluate la 85 mil. t țiței, aceleași rezerve de țiței putînd fi obținute prin creșterea cu numai 3% a factorului de recuperare de la 31,3% realizat în prezent;

— în condițiile prezentate, gradul de asigurare a producției din rezerve, inclusiv cele din zona continentală a Mării Negre, se apreciază a fi de 25 de ani;

— producția de țiței se prognozează la 5,5 mil. t în 1995 și 4,1 mil. t în 2000, ponderea lui în totalul resurselor fosile urmînd să ajungă de la 37% în 1990 la 29,6% în 1995 și 32,6% în 2000 [3];

— ca și în cazul cărbunilor, costurile de extracție, în cazul unei conjuncturi internaționale favorabile, ajung să fie discutabile, dat fiind faptul că aproximativ 92,4% din rezerve sînt la adîncimi mai mari de 3500 m, iar extracția prin creșterea factorului de recuperare este destul de costisitoare. În acest sens, recuperarea țițeiului reprezintă o funcție de prețul pe piața mondială a țițeiului.

Se apreciază că pînă în 2000 **gazele naturale**, cu o componentă de 60% gaz metan (gaze libere) și restul de 40% gaze asociate, vor continua să ocupe în totalul resurselor fosile ponderea medie de circa 40%;

— pentru compensarea declinului natural și menținerea unor niveluri de producție cît mai ridicate s-a recurs la o exploatare intensivă prin crearea de noi capacități de producție, prin săparea de noi sonde de exploatare, lucru ce a dus la scăderea continuă a presiunii din zăcămînt și instalarea de stații de pompare și aspirație a gazelor cu consumuri energetice ridicate;

— avînd în vedere tendința mondială de utilizare preponderentă a gazelor naturale, în țara noastră acest lucru poate fi realizat printr-o reducere a consumului în industrie (60% în 1990) și reorientare spre sectorul rezidențial și cel terțiar și printr-o utilizare rațională a acestei resurse atît de căutate;

— sistemul național de transport al gazelor asigură o capacitate maximă de 13 mil. m^3/zi, adică aproximativ 48 mld.m^3/an. Față de un volum anual de 28 mld. m^3 gaze naturale distribuite, infrastructura existentă permite transportul unor volume de gaze destinate procesării;

— rezervele de gaze rezultate din studiile bazinelor și formațiunilor geologice sînt evaluate la 205 mld. m^3 gaze din care circa 95% sînt situate la adîncimi mai mari de 3500 m. Urmare a explorărilor de adîncime ce se vor face prin concesionarea unor perimetre gazeifere firmelor SHELL, AMOCO și ENTREPRISE, aceste rezerve ar putea să aibă o valoare mai mare;

— la nivelul anului 1990, producția de gaze naturale s-a ridicat la 28,1 mld. m^3 din care 19,2 mld. m^3 reprezintă gazele libere și 8,9 mld. m^3 gaze asociate provenite din industria petrolului. Pentru perspectivă, regiile autonome ale gazului și petrolului prevăd o producție de gaze naturale de 18,3 mld. m^3 în 1995 și 13,0 mld. m^3 în anul 2000 [2];

— de la 37%, cît reprezentau gazele în totalul resurselor fosile în 1990, se așteaptă o pondere de 29,6% în 1995 și 32,6% în 2000 [2].

Contribuția în perspectivă a **energiei hidro primare** este influențată, pe lîngă condițiile hidrometeorologice, de investițiile specifice mari, ca și de impactul asupra mediului.

Pentru un an normal din punct de vedere hidrologic, se prevede o pondere a energiei hidro în totalul resurselor energetice primare de 8,6% în 1995 și 9,9% în 2000.

Programul nuclear vizează punerea în funcțiune a unității 1 de la Cernavodă, finanțată de credite externe de circa 400 milioane dolari și din bugetul RENEL; pentru celelalte grupuri nu există o sursă de finanțare, iar Banca Mondială apreciază ca fiind depășite posibilitățile României de finanțare a programului nuclear în următorii 5—10 ani.

În perioada pînă în anul 2000, pentru sursele noi se prognozează un aport scăzut (0,5%), în comparație cu celalte resurse. Pe termen lung problema surselor noi capătă sensuri noi ca urmare a intensificării acțiunilor de conservare a mediului, incertitudinilor conjuncturale, epuizării resurselor fosile.

Producția de energie electrică și termică în România

În România, din totalul resurselor consumate la nivelul economiei naționale circa 25% sînt destinate producerii energiei electrice și 25% producerii energiei termice.

Pentru a avea niște termeni de comparație se menționează că pentru **producerea energiei electrice,** la nivelul anului 1990 pe plan mondial s-au alocat 32,1% din totalul resurselor, 28, 5% pentru țările OECD și 34,5% pentru CEE și se prevede pentru anul 2000 — 33,4%, 31,9% și 35,9%.

Puterea instalată în sistem a evoluat de la 19900 MW în 1987 la 21007 în 1989 și 21500 MW în 1992 și se preconizează să ajungă la 21820 MW, respectiv 25128 MW pentru anii 1995, 2000. Pentru perioada 1987—1992, disponibilitatea centralelor pe cărbune a scăzut mereu de la 38,7% în 1987 la 39,2 în 1989 și 29,5% în 1991, iar la cele pe hidrocarburi de la 61,5% în 1987 la 55,4% în 1989 și la 34,5% în 1992.

Printre cauzele importante se numără și cea datorată lipsei de combustibil; astfel, la nivelul anului 1992 indisponibilitatea centralelor pe cărbune a fost de 7,2% și 30,8% la hidrocarburi.

În domeniul energetic, perioada de tranziție s-a manifestat și printr-o puternică scădere a cererii de putere. Dacă la nivelul anului 1989 se utilizau 40,4% din puterea instalată, cifra extrem de scăzută reflectînd încă de atunci o funcționare și exploatare defectuoasă a capacităților existente, în perioada 1990—1992 cererea de putere a scăzut cu circa 3000 de MW, aceasta creînd situația unui excedent substanțial al puterii instalate.

Pentru perspectivă, după cum reiese din programul de dezvoltare al RENEL, în condițiile acoperirii unui consum de energie electrică de 71,9 TWh în 1995 și 87,0 TWh în 2000 și a unuia de energie termică pentru aceeași perioadă de respectiv 160,5 Pcal (672 EJ) și 205,2 Pcal, (859 EJ) din care unitățile RENEL reprezintă 40% din cererea de combustibil. Menținînd ponderile medii de alocare a resurselor corespunzătoare ultimilor ani, rezultă o acoperire a cererii din resursele interne variind la cărbuni de la 83% în 1995 la 100% în 2000, iar la hidrocarburi de la 73,4% în 1995 la 66,4% în 2000.

Din această analiză se desprind două concluzii:

— pentru acoperirea consumului, RENEL va trebui să apeleze la un import de resurse energetice;

— RENEL dispune de capacități de producere excedentare, lucru ce îi permite un export de energie, beneficiile putînd fi cu atît mai mari cu cît își va elabora o politică de import de combustibil care să-i asigure costuri de producere minime și aceasta ca urmare a ponderii mari pe care o reprezintă combustibilul în totalul cheltuielilor.

Poziția geografică a României și asigurarea resurselor sale energetice

Poziția geografică favorabilă face posibilă o diversificare a surselor de aprovizionare, element important în asigurarea stabilității și securității acoperirii deficitului de resurse energetice indigene, chiar în condițiile unor situații critice (crize energetice, embargouri, conflicte armate etc.).

Securitatea resurselor energetice ale României

Concluzii

Din cele prezentate mai înainte rezultă că securitatea resurselor energetice naționale este condiționată în primul rînd de gradul de asigurare a investițiilor necesare.

În aceste condiții se pune în mod logic întrebarea: „Unde este mai economic să investim, în creșterea producției de resurse sau în reducerea consumului de energie?" Există mai multe motive care pledează în favoarea celei de-a doua alternative:

— declinul resurselor energetice primare,

— competitivitatea redusă a prețurilor de producție la resursele indigene ca urmare a înrăutățirii condițiilor de extracție,

— randamentul global scăzut al utilizării resurselor energetice,

— impactul asupra mediului.

La nivelul RENEL elaborarea unei politici adecvate în asigurarea resurselor necesare producerii energiei electrice și termice ar fundamenta două dintre direcțiile sale strategice:

— reducerea costurilor legate de consumul de combustibil,

— utilizarea rațională și în condiții de rentabilitate a capacităților de producție existente.

Securitatea resurselor energetice naționale trebuie pusă în corelație directă cu securitatea posibilităților de acoperire a consumului. Astfel politica de asigurare a combustibilor pentru RENEL trebuie să poată răspunde la întrebările: „ce? de unde? cît?" în orice conjunctură.

Fiecare răspuns poate fi considerat un element de bază în politica importului de energie :

— răspunsul la întrebarea „ce ?" rezultă dintr-o analiză aprofundată a evoluției disponibilității centralelor, consumurilor specifice și gradul de acoperire cu resurse interne ;

— răspunsul la întrebarea „de unde ?" trebuie corelat cu conjunctura prețurilor, a stabilității economice, sociale și politice, a surselor de aprovizionare și a posibilităților fizice de realizare a importurilor ;

— răspunsul la întrebarea „cît ?" trebuie corelat cu politica de diversificare a resurselor pentru asigurarea stabilității și siguranței în aprovizionare, deci o minimizare a riscurilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Energy in Europe a View to the Future CEE, sept. 1992
[2] Programul național de cercetare-dezvoltare în domeniul materiilor prime pentru anul 1993 — sinteza, București, ian. 1993.
[3] Weimmer, R. J., Prats, M. Dezvoltarea resurselor de țiței și gaze în bazine mature — o perspectivă asupra problemei declinului producției în România, București, oct. 1992.
[4] Producția, transportul și distribuția gazelor naturale în România, ROMGAZ-R.A. Mediaș, nov, 1992.
[5] Conservarea energiei — priorități și finanțare, ICRISI, București, 1993.
[6] World Resources 1992—1993, New York 1992.
[7] Bolen, J,. Hettelingh, J. P., Moos, R. Scenarios for Economy and Environment in Central and Eastern Europe, febr. 1993.

(Primit la 11 iunie 1993, acceptat la 1 octombrie 1993)

Din energetica mondială

PROBLEME OPERAȚIONALE DE TACTICĂ ȘI STRATEGIE ÎN ENERGETICA NUCLEARĂ

Încă din anul 1971 s-au făcut o serie de studii și cercetări în domeniul problemelor operaționale, de tactică și strategie în energetica nucleară, concretizate în mai multe lucrări, din care se menționează trei mai importante :

1. Stadiul actual pe plan mondial al dezvoltării energeticii nucleare.

2. Trecut, prezent și viitor în managementul dezvoltării centralelor nucleare electrice din cadrul filierei PHWR.

3. Filiera de centrale nucleare electrice cu neutroni rapizi FBR, strategie a energeticii nucleare mondiale

Studiile menționate au la bază statisticile publicate de AIEA Viena, AECL Canada și alte organizații internaționale, care se ocupă de sistemele energo-nucleare.

Din concluziile acestor studii menționăm :

a) în lume funcționează 323 reactoare de cercetare științifică în 54 țări, utilizate ca modele de studii și școlarizare, pentru reactoarele energetice simulîndu-se fenomene fizice, termice, hidraulice etc. pentru producția de radioizotopi (folosiți în medicină, farmacie, agricultură, silvicultură, gamagrafie, biologie, metalurgie, chimie etc.), fabricație de combustibil nuclear, testări de materiale nucleare și alte scopuri de cercetare științifică în domeniul civil și, din păcate, în domeniul militar ;

b) în lume funcționează 420 reactoare energetice cu o putere electrică operațională de 326 611 MWe, montate în 26 țări, cu o durată de funcționare de 5256 ani. Din punct de vedere tactic menționăm că sînt în construcție 76 de unități cu o putere instalată 62044 MWe ;

c) în anul 1991 energia de origine nucleară era o realitate în 26 țări, iar în unele depășea 40% din totalul energiei produse : Franța (72,7%) ; Belgia (59,3%) ; Suedia (51,6%) ; Ungaria (48,4%) ; Coreea de Sud (47,5%) ; Elveția (40%) ;

d) filierele de reactoare nucleare :
d_1 — GCR ; LWGR ; AGR sînt oprite sau au o încetinire a ritmului de dezvoltare ;
d_2 — PWR ; PHWR ; FBR ; HTGR se dezvoltă în continuare ;
d_3 — FBR ; HTGR ; HWLWR ; SGHWR ; au nevoie de cercetări științifice intense ;

e) în România filiera PHWR a fost adoptată la CNE Cernavodă, pentru cinci grupuri de 650 MWe fiecare. În paralel s-au construit și alte unități, care concură la realizarea acestei CNE : institute de studii cercetări și proiectări, fabrică de prelucrarea minereurilor de uraniu natural, de combustibil nuclear, de apă grea, cît și realizarea în industrie a anumitor componente ;

f) prognoza din punct de vedere strategic : se acceptă filierele de la punctele d_2 și d_3. Țările dezvoltate care au posibilități de îmbogățire a uraniului merg pe filiere cu acest combustibil îmbogățit și apoi folosind drept combustibil plutoniu. Țările care nu au fabrici de îmbogățire a uraniului (care sînt cele mai mari fabrici din lume, deci scumpe) merg pe filiera PHWR, cu combustibil uraniu natural, răcire și moderare cu apă grea, apoi în aceeași CNE introduc thoriu (dacă au rezerve), iar după asigurarea unei baze tehnico-materiale necesare (și în mod deosebit combustibil) trec la filiera FBR, care din punct de vedere strategic este filiera secolului următor.

Pentru România se recomandă această ultimă strategie, pînă în anul 2050, care va avea o mare pondere în totalul energiei electrice produse.

Dr. ing. CHIRIȚĂ IONEL
Institutul de Cercetări Nucleare Pitești

Principiul I al termodinamicii pentru sistemele închise, cu luarea în considerare a ireversibilității generate de viteza finită a pistonului, laminare, frecarea piston-cilindru

prof. dr. ing. STOIAN PETRESCU,
ș. l. ing. ROXANA IORDACHE,
ș. l. ing. GEORGE STĂNESCU *

Pornind de la unele lucrări anterioare [1—3] în care s-a exprimat principiul I al termodinamicii pentru sistemele închise în care au loc procese cu viteză finită se extinde această expresie și pentru cazul în care apar încă două cauze suplimentare de ireversibilitate, și anume: laminarea internă (frecare gaz cilindru + frecare gaz tubulatură) și frecare piston — cilindru, obținîndu-se formula generală:

$$dU = \delta Q - P_{med,g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{b \cdot |\Delta P_{lam}|}{2P_{med,g,i}} \pm \pm \frac{f \cdot |\Delta P_f|}{P_{med,g,i}}\right) \cdot dV,$$

în care: w — viteza pistonului; c — viteza medie moleculară; ΔP_{lam} — căderea de presiune generată de laminare; ΔP_f — căderea de presiune datorită frecării piston-cilindru; semnele (+) în paranteză sînt pentru comprimare, iar semnele (—) pentru destindere.

Taking into consideration certain previous papers [1—3] dealing with the first principle of the thermodynamics for closed systems where final speed processes take place, this expression can be also extended in case two other additional causes of irreversibility occur, namely: internal throttling (cylinder gas friction + tubing gas friction and piston — cylinder friction, obtaining the general formula:

$$dU = \delta Q - P_{med,g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{b \cdot |\Delta P_{lam}|}{2P_{med,g,i}} \pm \pm \frac{f \cdot |\Delta P_f|}{P_{med,g,i}}\right) \cdot dV,$$

where: w piston speed; c — mean molecular velocity; ΔP_{lam} — pressure drop generated by throttling; ΔP_f — pressure drop due to piston — — cylinder friction; the signs (+) in paranthesis are for the compression, and the signs (—) are for recovery.

* Catedra de Termotehnică, Mașini Termice și Frigorifice, Universitatea Politehnică, București

1. Exprimarea lucrului mecanic ireversibil de comprimare și destindere cu viteză finită și a principiului I pentru aceste procese în sistemele închise

Pornind de la modelul de explicare cinetico-moleculară a lucrului mecanic reversibil folosit de Macke [1] și Sommerfeld [2] au fost dezvoltate [3] cîteva modele cinetico-moleculare și fenomenologice de exprimare matematică a lucrului mecanic de viteză finită a interacțiunii piston-gaz, pentru sistemele închise (mașini cu piston) :

1. Model cinetico-molecular elementar sugerat de Sommerfeld și Macke, care conduce (acceptînd ipoteza haosului molecular) la :

$$\delta L_w = p_{\text{med},g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{bw^2}{c^2} + \ldots\right) \cdot \mathrm{d}V = p_p \cdot \mathrm{d}V, \quad (1)$$

unde : $a = 2$; $b = 5$.

2. Model cinetico-molecular avansat (statistic-bazat pe distribuția Maxwell-Boltzmann și pe acceptarea timpului de relaxare finit) :

$$\delta L_w = p_{\text{med},g,i}\left(1 \pm 2{,}764\,\frac{w}{c} + 3\,\frac{w^2}{c^2} \pm 1{,}283\,\frac{w^3}{c^3} + \ldots\right) \cdot \mathrm{d}V. \quad (2)$$

3. Model fenomenologic al interacțiunii piston-gaz bazat pe ipoteza propagării undelor de presiune (generate de mișcarea cu viteză finită a pistonului w) cu viteza sunetului, care a condus la :

$$\delta L = p_{\text{med},g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c}\right)\mathrm{d}V, \quad (3)$$

unde : $a = \sqrt{3\,k}$; ($k = 1{,}66 \rightarrow a = 2{,}23$; $k = 1{,}4 \rightarrow a = 2{,}05$; $k = 1{,}3 \rightarrow a = 1{,}975$) (4)

4. Model bazat pe termodinamica fenomenologică ireversibilă liniară (Onsager), aplicat la studiul interacțiunii cu viteză finită piston-gaz :

$$\delta L_w = p_{\text{mee},g,i}(1 \pm K_1 . w)\,\mathrm{d}V. \quad (5)$$

În aceste expresii :
w este viteza pistonului ;
$p_{\text{med},g,i}$ — presiunea medie instantanee a gazului din cilindru ;
semnul (+) se ia pentru comprimare ;
semnul (—) se ia pentru destindere ;
c — viteza medie moleculară a gazului la temperatura medie instantanee T_{mea}, corespunzătoare lui $p_{\text{mee},g,i}$ și V ;
K_1 — o constantă pe care teoria nu o poate prevedea ;
a și b — constante prevăzute de teorie, ca depinzînd de exponentul adiabatic al gazului.

Cu expresia lucrului mecanic ireversibil astfel obținută, înlocuită în principiul I($\mathrm{d}U = \delta Q - \delta L_{\text{irev}}$) se obține expresia matematică a principiului I pentru aceste procese (comprimare și destindere cu viteză finită în sistemele închise) :

$$\mathrm{d}U = \delta Q - p_{\text{meg},g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{bw^2}{c^2} + \ldots\right)\mathrm{d}V. \quad (6)$$

2. Transformări de stare cu viteză finită în mașinile cu piston

Expresia (6) se poate folosi pentru studiul transformărilor de stare și al ciclurilor ireversibile din mașinile cu piston, ca urmare a vitezei finite a interacțiunii mecanice piston-gaz [4, 5].

Se dă pentru exemplificare cazul adiabatelor de comprimare și destindere cu viteză finită. Se obțin prin integrarea expresiei (6), cu condiția $\delta Q = 0$, următoarele ecuații ale adiabatei reversibile :

$$T_1\left(1 \pm \frac{aw}{c_1}\right)^2 \cdot V_1^{k-1} = T_2\left(1 \pm \frac{aw}{c_2}\right)^2 \cdot V_2^{k-1} \quad (7)$$

$$p_1\left(1 \pm \frac{aw}{c_1}\right)^2 V_1^k = p_2\left(1 \pm \frac{aw}{c_2}\right)^2 V_2^k \quad (8)$$

$$\frac{T_1\left(1 \pm \frac{aw}{c_1}\right)^{2/k}}{p_1^{\frac{k-1}{k}}} = \frac{T_2\left(1 \pm \frac{aw}{c_2}\right)^{2/k}}{p_2^{\frac{k-1}{k}}} \quad (9)$$

Cu ajutorul acestora se poate calcula pe baza principiului II, variația de entropie în procesele adiabate de viteză finită :

$$\Delta S_{\text{ad,ir,w}} = mc_v \ln\left[\left(1 \pm \frac{aw}{c_1} \mp \frac{aw}{c_1}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\frac{k-1}{2}}\right)^2\right] > 0 \quad (10)$$

Pentru a se lua în considerare unele particularităţi ale agenţilor termodinamici care evoluează în maşinile termice, s-a integrat ecuaţia (6) în condiţii adiabatice ($\delta Q = 0$), pentru gazul a cărui capacitate calorică depinde de temperatură ($C_{M,V}(T) = A + C \cdot T$) [5]. S-au obţinut următoarele relaţii de legătură între mărimile termice :

$$\frac{C}{R_M}(T_2 - T_1) \mp \frac{2Caw}{R_M\sqrt{3R}}(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}) + \\ + \frac{2}{R_M}\left(A + \frac{Ca^2w^2}{3R}\right) \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{3RT_2} \pm aw}{\sqrt{3RT_1} \pm aw} \right| + \\ + \ln \frac{T_2}{T_1} - \ln \frac{p_2}{p_1} = 0 \qquad (11, a)$$

$$\frac{C}{R_M}(T_2 - T_1) \mp \frac{2Caw}{R_M\sqrt{3R}}(\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}) + \\ + \frac{2}{R_M}\left(A + \frac{Ca^2w^2}{3R}\right) \cdot \ln \left| \frac{\sqrt{3RT_2} \pm aw}{\sqrt{3RT_1} \pm aw} \right| + \\ + \ln \frac{V_2}{V_1} = 0 \qquad (11, b)$$

Ecuaţia (6) poate fi integrată atît pentru gazul perfect, cît şi pentru orice fluid de lucru real, pentru care se cunoaşte ecuaţia termică de stare.

3. Expresia matematică a principiului I pentru sistemele închise în cazul proceselor ireversibile cu laminare internă

În acest paragraf ne propunem exprimarea matematică a principiului I pentru sistemele închise (de tipul gaz închis în cilindru cu un piston deplasabil), în care, datorită unei construcţii mai complicate decît de obicei, apare suplimentar un fascicol de ţevi (sau un mediu poros în cazul regeneratoarelor), prin care gazul are o scugere interioară generînd ireversibilitate prin laminare (sau frecare gaz-ţevi).

În figura 1 se prezintă schematic un astfel de sistem închis, în care se destinde un gaz considerat perfect. În cilindru se află un fascicol de ţevi care desparte compartimentele I şi II ale sistemului închis. La trecerea gazului din compartimentul I în compartimentul II, în timpul procesului de destindere cu viteză finită apare o distribuţie instantanee de presiuni în sistem, prezentată calitativ pentru două momente diferite ale deplasării, τ_1 şi τ_2.

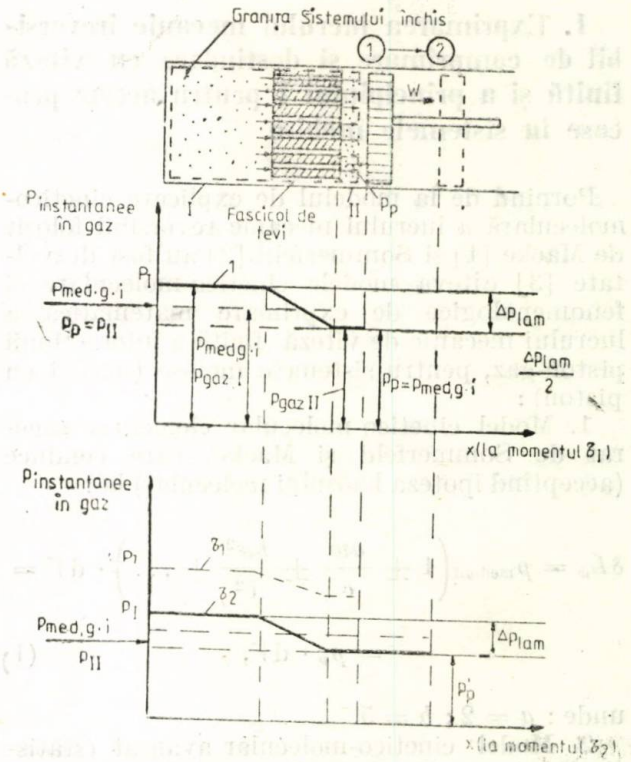


Fig. 1. Model fizic pentru sistemul termodinamic închis, avînd în interiorul graniţelor un dispozitiv de laminare a fluidului de lucru.

Lucrul mecanic schimbat de gaz cu pistonul se poate scrie sub forma :

$$\delta L_{irev} = \\ = p_p dV = p_{med,g,i}\left(1 - \frac{aw}{c} - \frac{|\Delta p_{lam}|}{2\,p_{med,g,i}}\right) dV, \qquad (12)$$

în care Δp_{lam} reprezintă variaţia presiunii gazului la traversarea fascicolului de ţevi. În cazul comprimării gazului din cilindru se va utiliza semnul (+) în paranteza rotundă.

Pentru a ţine cont de influenţa modului de plasare a fascicolului de ţevi (sau a unui schimbător de căldură regenerativ) faţă de piston şi capul cilindrului se poate exprima în general lucrul mecanic :

$$\varepsilon L_{irev} = p_{med,g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{b\,|\Delta p_{lam}|}{2\,p_{med,g,i}}\right) \cdot dV, \qquad (13)$$

unde : $0 < b < 2$.

Introducînd ultima relaţie în expresia matematică a principiului I pentru sisteme închise se obţine :

$$dU = \delta Q - p_{med,g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{b|\Delta p_{lam}|}{2\, p_{med,g,i}}\right) \cdot dV, \tag{14}$$

în care se observă contribuţia celor două cauze de ireversibilitate.

4. Expresia matematică a principiului I pentru sistemele închise în cazul proceselor ireversibile cu frecare piston-cilindru

În figura 2 este reprezentat un sistem în care se realizează destinderea unui gaz ideal. Expresia principiului I stabileşte egalitatea între variaţia energiei interne a gazului şi suma interacţiunilor cu exteriorul.

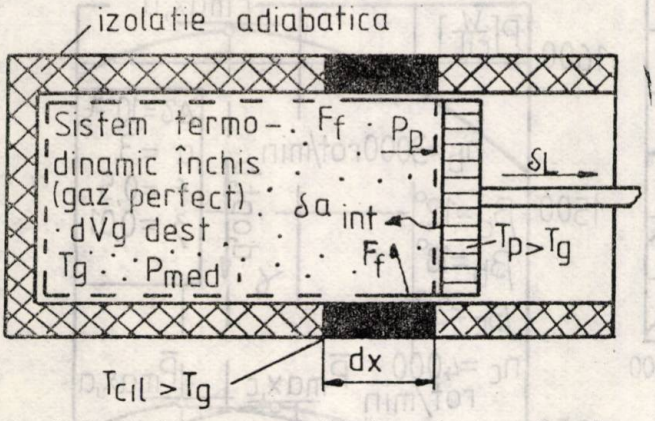


Fig. 2. Model fizic pentru studiul sistemului termodinamic închis, luînd în considerare frecarea piston-cilindru.

Fie o deplasare elementară cu dx a pistonului în sensul în care volumul gazului creşte ($dV>0$). Lucrul mecanic al forţelor de frecare ($\delta L_f = F_f \cdot dx$) se va disipa în cilindru şi piston, contribuind la creşterea energiei interne a acestora. În acest fel, pe lungimea dx considerată, cilindrul va atinge o temperatură T_{cil}, iar temperatura pistonului va creşte la T_p, ambele valori fiind mai mari decît temperatura medie din gaz ($T_{cil} > T_g$ şi $T_p > T_g$). Datorită acestor diferenţe de temperatură se va realiza un transfer de energie către gazul din cilindru. Ţinînd cont că cilindrul este izolat adiabatic faţă de mediul exterior, căldura primită de sistemul termodinamic considerat se poate scrie sub forma :

$$\delta Q_{int,dest} = f \cdot |\delta L_f| > 0 \tag{15}$$

unde, evident, $0 < f < 1$.

Ţinînd cont de expresia matematică a principiului I al termodinamicii pentru sisteme închise :

$$dU_{g,dess} = \delta Q_{let,dest} - \delta L_{irev}, \tag{16}$$

ultima relaţie se poate scrie sub forma :

$$dU_{g,dest} = -p_{med,g,i}\left(1 - \frac{aw}{c} - \frac{f|\Delta p_f|}{p_{med,g,i}}\right) \cdot dV, \tag{17}$$

unde s-a notat $\Delta p_f = F_f/S$, iar S este aria secţiunii transversale prin cilindru; sau în general :

$$dU = \delta Q - p_{med,g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \frac{f|\Delta p_f|}{p_{med,g,i}}\right) \cdot dV \tag{18}$$

semnul (+) corespunzînd comprimării, iar semnul (−) destinderii gazului. δQ reprezintă căldura schimbată prin interacţiune termică cu mediul exterior dacă se înlătură izolaţia adiabatică a cilindrului.

Ţinînd cont de relaţiile (6), (14) şi (18), expresia matematică a principiului I al termodinamicii pentru sistemele închise în care se desfăşoară procese cu viteză finită, în cazul în care apar drept cauze suplimentare de ireversibilitate laminarea internă şi frecarea piston-cilindru, se va putea scrie ca o relaţie generală :

$$dU = \delta Q - p_{med,g,i}\left(1 \pm \frac{aw}{c} \pm \right.$$

$$\left. \pm \frac{b|\Delta p_{lam}|}{2\, p_{med,g,i}} \pm \frac{f|\Delta p_f|}{p_{med,g,i}}\right) \cdot dV \tag{19}$$

5. Studiul de optimizare a ciclurilor teoretice ale unor maşini termice producătoare de lucru mecanic

O componentă esenţială a oricărei strategii în domeniul energetic este aceea a cunoaşterii cît mai exacte a performanţelor pe care le pot realiza echipamentele utilizate.

Studiul ciclului Otto, luînd în considerare viteza finită variabilă de desfăşurare a proceselor termodinamice, frecarea piston-cilindru şi laminarea fluidului de lucru, duce [5] la o schemă originală de calcul pentru optimizarea performanţelor acestuia. Ţinînd cont de cinematica mecanismului bielă-manivelă şi de relaţiile

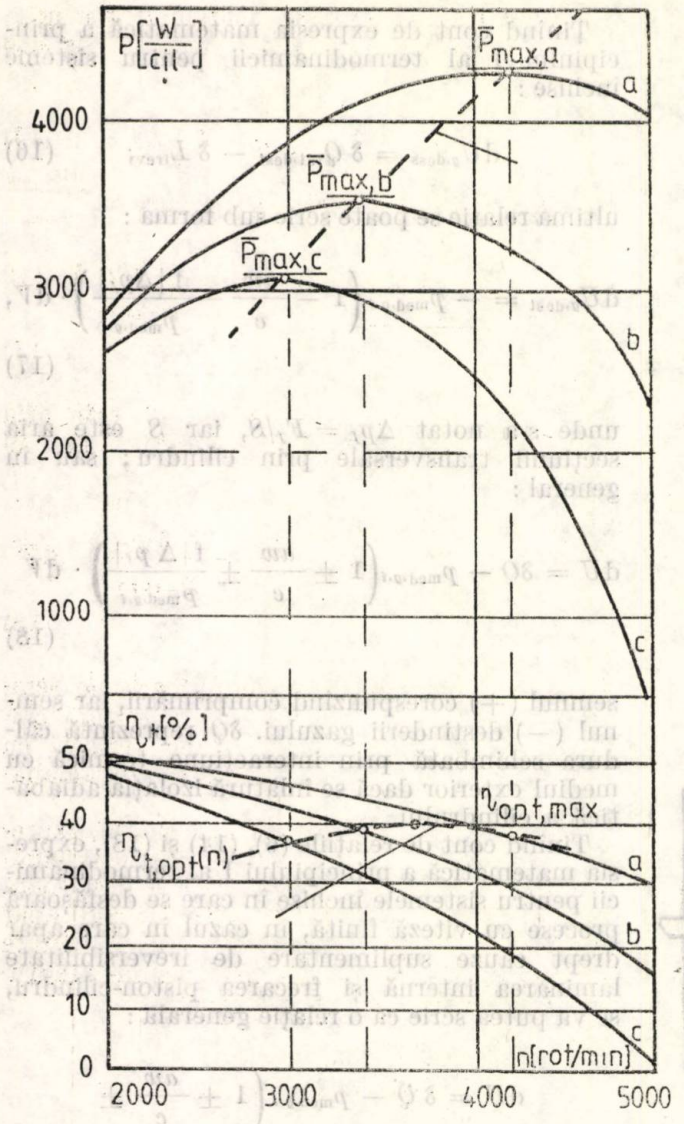


Fig. 3. Caracteristicile teoretice ale m.a.s. (maşini cu aprindere prin scînteie), luînd în considerare viteza finită variabilă a proceselor , laminarea şi frecarea mecanică ($V_1 = 0{,}1$ dm^3; $T_4 = 300$ K; $p_1 = 1$ bar $= 0{,}1$ MPa; $\varepsilon = 10$; $T_3 = 2470$ K; $\xi_a = 5 \cdot 10^{-3}$; $\xi_b = 7{,}5 \cdot 10^{-3}$; $\xi_c = 10^{-2}$; $\xi = 3000$; $\lambda = 0{,}25$; $a = 3$; $C_{M,v} = 19{,}55 + 3{,}768 \cdot 10^{-3}$ TkJ/(kmol. K); r = 5.10^{-2} m)

[6]: $|\Delta p_f| = \xi w$ şi $|\Delta p_{lam}| = \xi w^2$, care dau variaţiile de presiune datorită frecării piston-cilindru, respectiv datorită laminării gazului, se obţin caracteristicile teoretice ale m.a.s. (motor cu aprindere prin scînteie). Se observă din figura 3 că studiul efectuat pe baza ecuaţiei (19) permite estimarea pe cale teoretică a regimurilor de putere maximă în raport cu turaţia. Dacă se ia în considerare viteza finită cu care se realizează schimbul de energie între gaz şi sursa caldă, caracteristica teoretică permite aflarea unei valori optime a unghiului α_d la care trebuie declanşată interacţiunea termică. Cu $\Delta\tau$ s-a notat pasul de integrare al ecuaţiei (19), iar β_{abc} este unghiul în °RAC pe care are loc contactul gaz-sursă caldă, pentru aceeaşi cantitate de căldură intrată în sistem (fig. 4). Şi acest model pune în evidenţă existenţa unor regimuri optime de turaţie în raport cu puterea dezvoltată.

Studiul proceselor adiabatice ireversibile pe baza ecuaţiilor (11) permite, în cazul ciclului Brayton, trasarea diagramelor din figura 5, care dau lucrul mecanic specific molar şi randamentul termic teoretic în raport cu viteza w şi raportul de comprimare β. Se observă că şi în cazul acestei instalaţii se pot pune în evidenţă regimurile corespunzătoare efectului util maxim. Din figură se constată, de asemenea, dependenţa valorii β_{opt} şi de viteza w nu doar de raportul temperaturilor extreme pe ciclu.

Privit ca soluţie pentru unităţile energetice care vor echipa aparatele de zbor extraterestru în următoarele decenii, motorul Stirling cu pistoane libere, în ciuda marilor avantaje pe care le prezintă, ridică probleme deosebite la proiectare. Această soluţie este generată de pierde-

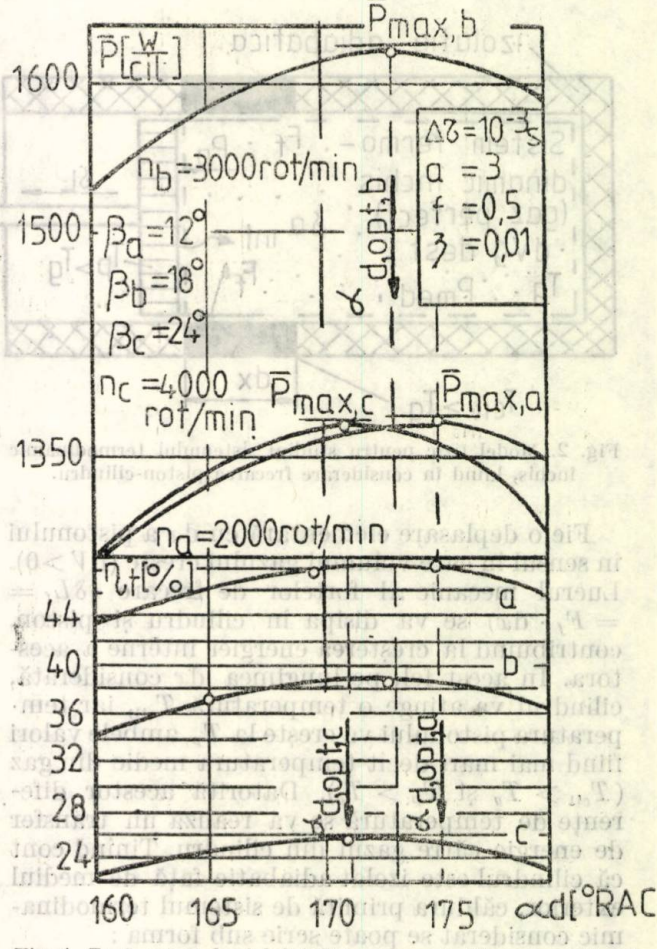


Fig. 4. Performanţele ciclului Otto care se desfăşoară cu viteză finită variabilă, luînd în considerare viteza de ardere, în raport cu unghiul la care se declanşează interacţiunea termică gaz-sursă caldă; RAC = unghi de rotaţie arbore cotit.

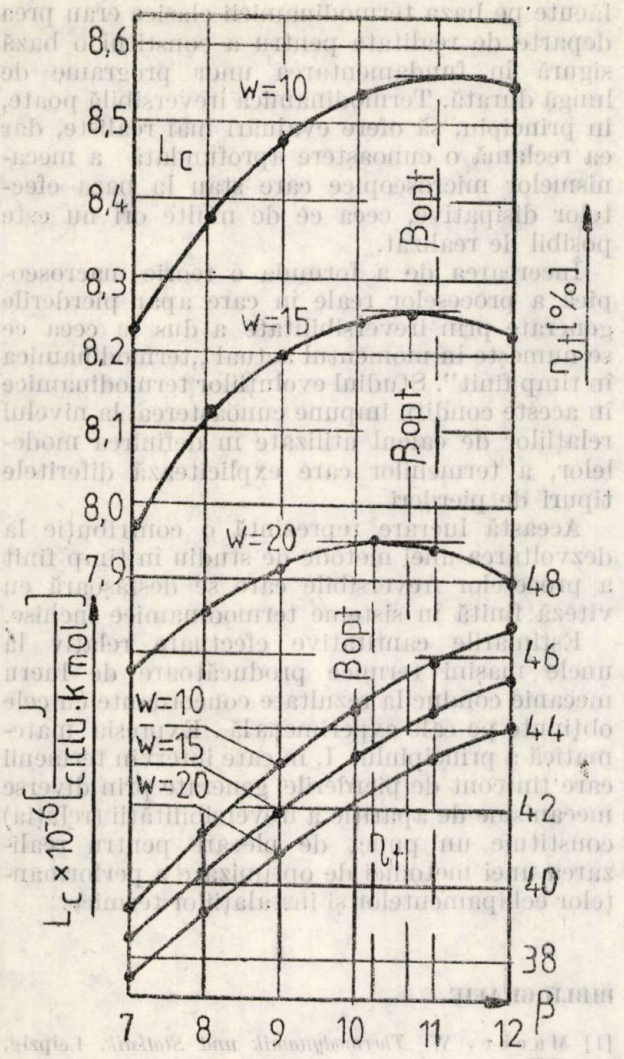


Fig. 5. Performanțele ciclului Brayton care se desfășoară cu viteză finită, luînd în considerare capacitatea calorică masică a gazului variabilă cu temperatura ($T_1 = 300$ K ; $T_2 = 1200$ K

rile cauzate prin mai multe mecanisme de apariție a ireversibilității termodinamice.

Abordarea acestui studiu, utilizînd relația (19) pentru procesele termodinamice care alcătuiesc ciclul Stirling, a dus [3, 5] la realizarea unei scheme de calcul și optimizare, ținînd cont de viteza finită a proceselor, regenerarea imperfectă a căldurii, schimbul de căldură la diferență finită de temperatură, pierderile de presiune cauzate de trecerea fluidului de lucru prin schimbătoarele de căldură, pierderile cauzate de frecarea mecanică. Relația de calcul pentru randamentul termic în acest caz este :

$$\eta_{opt} = \frac{1 - \sqrt{\frac{T_C}{T_{H,S}}}}{1 + \frac{x}{(k-1)\ln\varepsilon}\left(1 - \sqrt{\frac{T_C}{T_{H,S}}}\right)} \times$$

$$\times \left(1 - \frac{3\,\mu \sum |\Delta p_i|}{p_1 \sqrt{\frac{T_{H,S}}{T_C}} \ln \varepsilon}\right) \quad (20)$$

cu :

$$\sum |\Delta p_i| = |\Delta p_{lam}| + |\Delta p_f| + \frac{1}{2}\left(p_{med,comp}\frac{aw_{comp}}{c_{comp}} + p_{med,dest}\frac{aw_{dest}}{c_{dest}}\right), \quad (21)$$

în care :

p_1 este presiunea inițială ;
$T_{H,S}$ — temperatura sursei calde ;
T_c — temperatura minimă pe ciclu a gazului ;
ε — raportul volumelor extreme ;
x — fracția de căldură care nu poate fi regenerată ;
k — exponentul adiabatic al fluidului.

Factorul μ se calculează cu relația :

$$\mu = 1 - \frac{1}{3\varepsilon}. \quad (21)$$

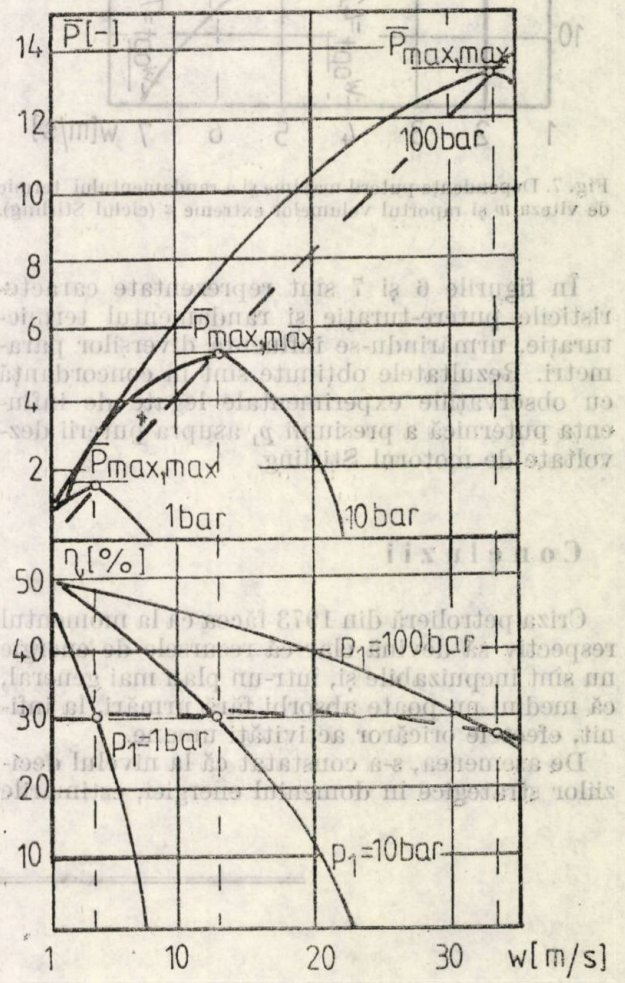


Fig. 6. Dependența puterii maxime și a randamentului termic de viteza w și de presiunea inițială p_1 (ciclul Stirling).

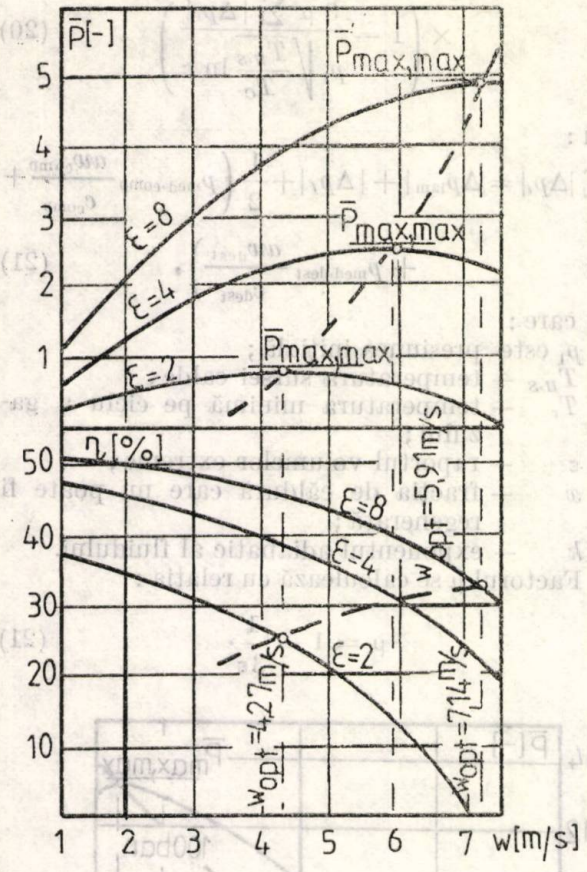


Fig. 7. Dependența puterii maxime și a randamentului termic de viteza w și raportul volumelor extreme ε (ciclul Stirling).

În figurile 6 și 7 sînt reprezentate caracteristicile putere-turație și randamentul termic-turație, urmărindu-se influența diverșilor parametri. Rezultatele obținute sînt în concordanță cu observațiile experimentale legate de influența puternică a presiunii p_1 asupra puterii dezvoltate de motorul Stirling.

Concluzii

Criza petrolieră din 1973 făcea ca la momentul respectiv să devină clar că resursele de energie nu sînt inepuizabile și, într-un plan mai general, că mediul nu poate absorbi fără urmări, la infinit, efectele oricăror activități umane.

De asemenea, s-a constatat că la nivelul deciziilor strategice în domeniul energiei, estimările făcute pe baza termodinamicii clasice erau prea departe de realitate pentru a constitui o bază sigură în fundamentarea unor programe de lungă durată. Termodinamica ireversibilă poate, în principiu, să ofere evaluări mai realiste, dar ea reclamă o cunoaștere aprofundată a mecanismelor microscopice care stau la baza efectelor disipative, ceea ce de multe ori nu este posibil de realizat.

Încercarea de a formula o teorie macroscopică a proceselor reale în care apar pierderile generate prin ireversibilitate a dus la ceea ce se numește în momentul actual „termodinamica în timp finit". Studiul evoluțiilor termodinamice în aceste condiții impune cunoașterea, la nivelul relațiilor de calcul utilizate în definirea modelelor, a termenilor care explicitează diferitele tipuri de pierderi.

Această lucrare reprezintă o contribuție la dezvoltarea unei metode de studiu în timp finit a proceselor ireversibile care se desfășoară cu viteză finită în sisteme termodinamice închise.

Estimările cantitative efectuate relativ la unele mașini termice producătoare de lucru mecanic conduc la rezultate concordante cu cele obținute pe cale experimentală. Expresia matematică a principiului I, în care intervin termenii care țin cont de pierderile generate prin diverse mecanisme de apariție a ireversibilității (relația) constituie un punct de plecare pentru realizarea unei metodici de optimizare a performanțelor echipamentelor și instalațiilor termice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Macke, W. *Thermodynamik und Statistik*, Leipzig, 1963.

[2] Sommerfeld, A. *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, Vol. V, Academic Press, New York, 1967.

[3] Petrescu, S. *Contribuții la studiul unor interacțiuni și procese termodinamice de neechilibru din mașinile termice*, Teză de doctorat, București, I.P.B., 1969.

[4] Stoicescu, L., Petrescu S. *Thermodynamische Zustandsänderungen die mit endlicher constante Geschwindigkeit durchlau fenwerden*, Buletinul Inst. Politehnic București, XXVI, 6, 1964.

[5] Stănescu, G. *Studiul ireversibilității termodinamice a proceselor termogazodinamice (mecanisme de apariție a ireversibilității termodinamice) în vederea îmbunătățirii performanțelor mașinilor și instalațiilor termice*, Teză de doctorat, București, I.P.B., 1992.

[6] Petrescu, S. *Lectures on New Energy Sources*, Helsinki University of Technology, Helsinki, Otaniemi Finland, October 1991.

(Primit la 28 februarie 1991, acceptat la 17 august 1993)

Opțiuni privind construcția turboagregatelor cu turbine cu abur de mică putere

ing. MIRCEA CÂRDU*

În articol se analizează condițiile tehnice care influențează asupra alegerii turației optime, din punctul de vedere al randamentului și parametrilor economici, în construcția de turbine cu abur de mică putere. Se argumentează oportunitatea adoptării unor turații de funcționare mari pentru astfel de turbine.

Sînt trecute în revistă, în mod succint, unele realizări pe plan mondial în domeniul turboagregatelor cu turații mari și se demonstrează necesitatea asimilării în țară a unei game de tipodimensiuni de astfel de turboagregate cu puteri pînă la 12 MW, precum și posibilitatea tehnică de realizare a lor în industria constructoare de mașini.

The paper analyses the technical conditions influencing upon the option of the revolution speed of low power steam turbines from the point of view of their capacity and economical parameters. The author argues the opportunity of adopting the high operating speeds for such turbines.

Several world achievements regarding the turbounits with high revolution speeds are briefly reviewed and the assimilation necessity of a series of up to 12 MW typo-dimensional turbounits as well as the technical possibility for their manufacture in Romanian industry are substantiated.

La proiectarea unei turbine se procedează la optimizarea turației acesteia în funcție de scopul ei, natura mașinii antrenate, putere, tipul constructiv (cu condensație sau cu contrapresiune), parametrii aburului și posibilitățile tehnologice de execuție a unor reductoare de turație, atunci cînd între turbină și mașina antrenată se prevede un astfel de reductor. În cazul turboagregatelor energetice compuse din turbină cu abur și generator electric, turația turbinelor poate avea fie valoarea turației de sincronism a generatoarelor, fie valori mai mari, legătura între cele două mașini făcîndu-se în acest caz prin intermediul unui reductor de turație.

În cele ce urmează se vor analiza motivele pentru care, în cazul turboagregatelor cu puteri mici, este preferabilă soluția cu turbine cu turații mai mari decît generatoarele electrice antrenate; le vom numi pe aceasta „turbine cu turații mari". La puteri sub 1 MW aproape că s-a generalizat construcția turbinelor cu abur cu turații mari. Pentru puteri mai mari se construiesc atît turbine cu antrenare directă a generatoarelor electrice, cît și turbine cu turații mari. Limita de putere pînă la care se consideră optimă construcția acestora din urmă este în creștere în ultimii ani. Astfel, întreprinderea Stal-Laval din Suedia are realizată o serie (VAX) de turbine cu turații mari, cu condensație și prize industriale cu puteri între 4 MW și 60 MW, cu reductoare de turație cu roți cu dantură epicicloidală [16]. Limita de putere este impusă de forța centrifugă asupra paletelor și de performanțele reductoarelor de turație, ceau atins azi puteri pînă la 100 MW.

* Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice, București

Avantajele economice pe care le prezintă turbinele cu turații mari sînt limitate de costul și performanțele reductoarelor. Fabricația de astfel de turboagregate a fost promovată în special la întreprinderi cu experiență atît în domeniul turbinelor, cît și al reductoarelor (Brown Boveri-BBC*) din Elveția, ACEC-Charleroi din Belgia, KKK-Kühnle, Kopp&Kausch, GHH și Nadrowski din Germania, Allen din Anglia, Elliot și Dresser din SUA, Mitsubishi din Japonia, Ansaldo și Nuova Pignone din Italia, Prvni Brenska din Cehoslovacia, Zamech din Polonia, Jugoturbina din Iugoslavia, Dong Fang din RP Chineză etc.).

În țara noastră seria tipizată de turboagregate cu puteri între 2,5 MW și 12 MW se caracterizează prin turația de 3000 rot/min [4]. La ICM Reșița a fost realizat un tip de turboagregat cu puterea de 1 MW și turația de 5925/3000 rot/min, prevăzut cu turboreductor [3]. Turbina respectivă este simbolizată TKP 1.

În prezenta lucrare se vor analiza aspectele tehnico-economice ale construcției de turboagregate cu turbine cu turații mari și turboreductoare, avantajele pe care acestea le prezintă față de turboagregatele cu turbine cuplate direct cu generatoarele electrice și premisele care fac posibilă trecerea la fabricația în țară de astfel de turboagregate. Se vor avea în vedere în mod special puterile unitare în domeniul 1 MW ... 12 MW.

Caracteristici tehnice

Influența turației unei turbine asupra randamentului treptelor acesteia se poate deduce pornindu-se de la variația randamentului intern al unei trepte în funcție de coeficientul caracteristic de debit sau în funcție de cifra de debit.

Astfel, în [8] se dă o curbă de variație a randamentului interior relativ η_i/η_{i0} al unei trepte cu reacțiune în funcție de coeficientul φ_2' dat de relația :

$$\varphi_2' = \pi\varphi_2, \tag{1}$$

în care φ_2 este coeficientul caracteristic de debit, exprimat la rîndul lui, prin relația :

$$\varphi_2 = \dot{V}_2/A_2u_2 = \dot{V}_2/\pi r_2^2 u_2, \tag{2}$$

în care :

$\dot{V}_2$ este debitul volumic prin canalele dintre paletele rotorului ;

A_2 — aria secțiunii inelare de trecere a aburului prin canalele respective ;

u — viteza periferică a paletelor pe diametrul mediu al treptei $d_2 = 2\,r_2$.

Pentru $\varphi_2' = 1$ avem $\eta_i/\eta_{i0} = 1$.

În [13] se dau curbele de variație a randamentului intern pentru două trepte cu acțiune și două trepte cu reacțiune, în funcție de coeficientul de debit dat de relația

$$\Phi = \varphi l_2/d_2, \tag{3}$$

în care φ reprezintă coeficientul de debit [9] dat de relația :

$$\varphi = c_{2a}/u_2 \tag{4}$$

unde c_{2a} este componenta axială a vitezei absolute a aburului la ieșirea din treaptă. Lungimea paletelor rotorului la ieșire este l_2.

Se poate ușor demonstra că $\varphi_2' = 4\pi\,\Phi$.

În figura 1 sînt reproduse curbele respective.

Curba a se referă la o treaptă cu acțiune, cu raportul $u/c_1 = 0{,}5$ ..... 0,55, iar curba b se referă la o treaptă cu acțiune cu $u/c_1 = 0{,}4$.

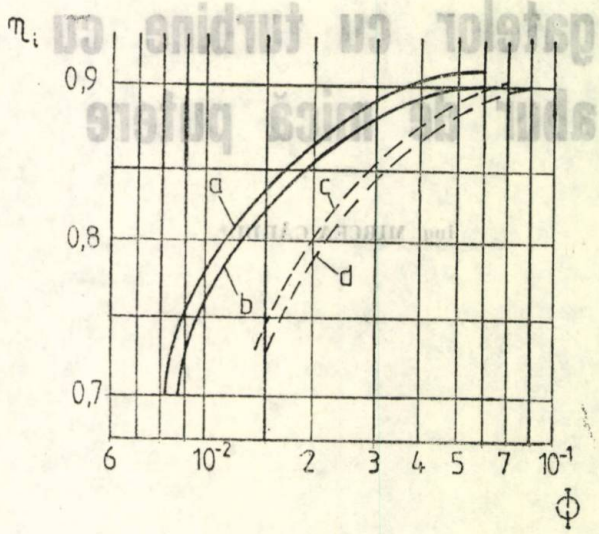


Fig. 1

Curbele c și d se referă la trepte cu reacțiune (gradul de reacțiune $\rho = 0{,}5$) cu $u/c_1 = 0{,}7$ și respectiv $u/c_1 = 0{,}55$).

Coeficientul de debit are, în cele mai multe cazuri, valori în jur de $\Phi = 1{,}5 \cdot 10^{-2}$, care corespund unui gradient relativ mare de variație a randamentului intern în funcție de Φ, deci influența acestuia din urmă asupra lui η_i este importantă.

Dacă se consideră două turbine A și B cu turații diferite $n_A \neq n_B$ și se admite ipoteza că vitezele periferice u, debitele volumice $\dot{V}$ și componentele axiale ale vitezelor absolute c_{2a} sînt egale la cele două turbine, vom avea și egalitățile :

$$d_{2A}n_{2A} = d_{2B}n_B \tag{5}$$

$$\pi d_{2A}l_{2A}c_{2aA} = \pi d_{2B}l_{2B}c_{2aB}. \tag{6}$$

* În prezent grupul industrial ABB, rezultat din fuziunea întreprinderilor BBC și ASEA din Suedia

Evident, din relaţiile (5) şi (6) rezultă :

$$d_{2A}/d_{2B} = n_B/n_A \quad (7)$$

$$l_{2A}/l_{2B} = d_{2B}/d_{2A} \quad (8)$$

Dependenţa randamentului intern η de coeficientul Φ este exprimată analitic de funcţiile :

$$\eta_{iA} = f(\Phi_A) = f(\varphi \cdot l_{2A}/d_{2A}) \quad (9)$$

$$\eta_{iB} = f(\Phi_B) = f(\varphi \cdot l_{2B}/d_{2B}) \quad (10)$$

Ţinînd seama de relaţiile (7) şi (8) şi de natura curbelor care reprezintă funcţiile $\eta_i = f(\Phi)$ (fig. 3) relaţia (10) devine :

$$\eta_{iB} = f\left[\varphi \frac{l_{2A}}{d_{2A}} \left(\frac{n_B}{n_A}\right)^2\right] \quad (11)$$

Dacă $n_B > n_A$ vom avea $\eta_{iB} > \eta_{iA}$. Astfel, pentru valori ale coeficientului Φ în domeniul Φ = = 0,012 ..... 0,016, o creştere a turaţiei cu 25% duce la o creştere a randamentului intern cu 7% ... 8%.

În cazul turboagregatelor cu turboreductor, în calculul puterii la cupla de legătură cu generatorul electric, pe lîngă randamentul mecanic al turbinei intervine şi randamentul turboreductorului.

Valorile pentru acest randament depind de tipul şi caracteristicile reductorului şi de puterea turboagregatului şi variază în limitele 0,93..... .....0,95 [3, 9].

Chiar luînd în consideraţie randamentul turboreductorului, pentru valori relativ reduse ale debitului volumic de abur la intrare în turbină (sub 1,75 m^3/s) rezultă avantajoase turboagregatele cu turbine cu turaţii mari, aşa cum se observă în figura 2 în care se dau curbele de variaţie a randamentului efectiv absolut (la cupla dinspre generator) în funcţie de debitul volumic de abur la intrare $\dot{V}$ pentru turbine cu reacţiune, cu condensaţie, care antrenează generatorul electric direct (curba a) respectiv prin intermediul unui turboreductor (curba b) [10].

În [12] se arată că această diferenţă de randament depinde şi de puterea turbinei ; ea este mai importantă la puteri mai mici. Astfel, la puteri de aproximativ 1 MW ea este de circa 10%, iar la puteri în jur de 12 MW diferenţa respectivă este de circa 3 %.

Dimensiuni şi consum de metal

Pentru o viteză periferică u dată, în general limitată din considerente de rezistenţă a componentelor rotorului (palete discuri fretate sau monobloc cu arborele), cu cît turaţia este mai ridicată, cu atît diametrele treptelor sînt mai reduse. Legat de aceasta, sînt mai reduse şi celelalte dimensiuni ale turbinei, inclusiv cele longitudinale. În consecinţă, evident sînt reduse

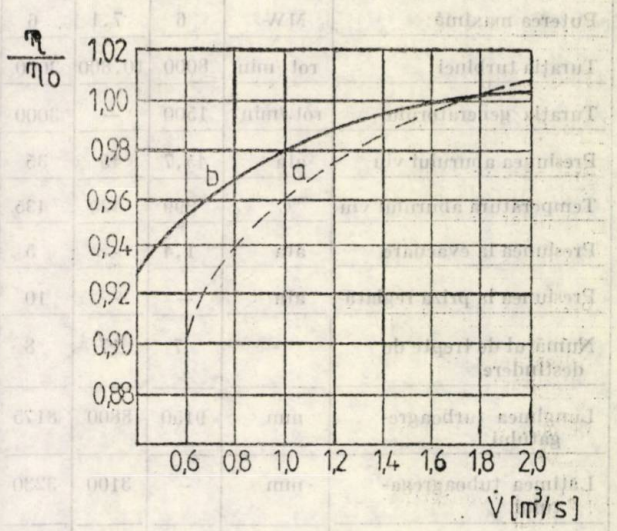


Fig. 2

şi masele pieselor componente ale turbinei, deci consumul de metale care intervin în fabricaţia acesteia. În ceea ce priveşte tipul turbinelor cu turaţie mare (cu acţiune sau cu reacţiune), există elemente care fac ca pentru construcţia acestora să se prefere tipul „cu acţiune" [7].

Pentru comparaţia dimensiunilor şi maselor se dau în tabelul 1 principalele date pentru un turboagregat cu turbină cu acţiune de 6 MW din seria Allen HES 18 pe care îl identificăm prin simbolul HES 18—6, un turboagregat ABB tip 218 cu turbină cu reacţiune de 7,1 MW, ambele cu turaţii mari, şi un turboagregat cu turbină cu acţiune tip AKSR 6—1 cu turaţia de 3000 rot/min, executat în România pe baza proiectului elaborat de Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice (ICSITEE) [4] (toate cele trei turbine sînt cu contrapresiune).

Din tabelul 1 se observă că lungimea turbinei cu turaţie mare HES 18—6 (împreună cu turboreductorul) este mai redusă decît cea a turbinei cu turaţia de 3000 rot/min AKSR 6—1.

Înălţimea mai mare a turboagregatului cu turbină HES 18—6 se datorează generatorului, care are răcitorul de aer montat în partea lui superioară. Înălţimea turbinei (dimensiunea C din tabelul 2) este mai mare decît cea a celor două turboagregate de comparaţie, pentru motivul că turbina HES 18—6 este realizată în construcţie compactă, împreună cu turboreductorul, ambele fiind fixate pe un batiu comun, care constituie şi rezervorul de ulei. Pe acest batiu se montează şi instalaţiile auxiliare ale

Tabelul 1

Caracteristica	UM	Tipul turbinei		
		HES 18—6	c 18	AKSR 6—1
Puterea maximă	MW	6	7,1	6
Turaţia turbinei	rot./min	8000	10.800	3000
Turaţia generatorului	rot./min	1500	—	3000
Presiunea aburului viu	ata	45,7	45	35
Temperatura aburului viu	°C	399	420	435
Presiunea la evacuare	ata	1,4	—	5
Presiunea la priza reglată	ata	—	—	10
Numărul de trepte de destindere	—	7	17	8
Lungimea turboagregatului	mm	9150	8800	8175
Lăţimea tuboagregatului	mm	—	3100	3230
Înălţimea turboagregatului	mm	3520	2000	2560*
Înălţimea fundaţiei	mm	1680	—	5000
Lungimea turbinei	mm	3960	—	4445
Masa statorului generatorului	t	10,2	—	16,1
Masa rotorului generatorului	t	6,7	—	6,5
Masa carcasei superioare a turbinei	t	3,1	—	5,1**

* de la nivelul sălii de maşini

** inclusiv jumătăţile superioare ale diafragmelor şi ventilelor de reglare a admisiei.

turbinei, astfel încît golul de sub turboagregat, necesar în special pentru conductele de abur, are o adîncime redusă (dimensiunea D din tabelul 2) faţă de înălţimea fundaţiei necesară în cazul celorlalte două turboagregate din tabelul 1.

Lungimea totală a turboagregatului HES 18—6 este mai mare decît la turboagregatul cu turbină AKSR 6—1, deoarece generatorul cuplat prin intermediul turboreductorului cu turbina HES 18—6 are turaţia de 1500 rot/min şi are lungimea mai mare decît generatorul cu turaţia de 3000 rot/min, cuplat direct cu turbina AKSR 6—1. Generatoarele cu turaţia de 1500 rot/min au în schimb alte avantaje faţă de cele cu turaţia de 3000 rot/min, aşa cum se va arăta în continuare, şi sînt, de obicei, preferate în cazul unor turboagregate cu turbine cu turaţie mare.

Tabelul 2

Caracteristica	UM	Tipul turbinei	
		AS 7	ACC 7,8
Puterea	MW	7,2	7,8
Turaţia	rot./min	3000	9000
Presiunea aburului viu	bar	35	40
Temperatura aburului viu	°C	435	340
Presiunea aburului la priza reglată	bar	13^{+5}_{-3}	—
Presiunea aburului la evacuare	bar	0,061	0,16
Lungimea turbinei	mm	5108	3094*
Înălţimea turbinei	mm	2730	2610
Volumul specific al aburului la evacuarea din ultima treaptă a turbinei	—	Ve_1	$Ve_2 = 0{,}385\ Ve_1$
Aria asecţiunii de evacuare din ultima treaptă a turbinei	—	Ae_1	$Ae_2 = 0{,}659\ Ae_1$
Masa turbinei	—	Mt_1	$Mt_2 = 0{,}36\ Mt_1$
Masa reductorului de turaţie	—	—	$Mr_2 = 0{,}2\ Mt_2 = 0{,}072\ Mt$
Masa turbinei împreună cu reductorul de turaţie	—	Mt_1	$Mtr_2 = 1{,}2\ Mt_2 = 0{,}432\ Mt_1$
Masa generatorului electric	—	$Mg_1 = 0{,}756\ Mt_1$	$Mg_2 = Mg_1 = 2{,}1\ Mt_2 = 0{,}756\ Mt_1$
Masa instalaţiilor auxiliare din sala de maşini a turboagregatului	—	$Ma_1 = 0{,}92\ Mt_1$	$Ma_2 = 2{,}43 Mt_2 = 0{,}874\ Mt$
Masa totală a turboagregatului şi instalaţiilor auxiliare	—	$MT_1 = 2{,}676\ Mt_1$	$MT_1 = 4{,}775\ Mtr_2 = 0{,}77\ MT_1$

* fără reductor de turaţie

În general, masa turboreductorului unui turboagregat cu turbină cu turaţie mare reprezintă 15 % — 20% din masa turbinei respective.

Astfel, de exemplu, masa turboreductorului turboagregatului cu turbină TKP 1 executat în țară [3] reprezintă 19,7 % din masa acestei turbine.

Pentru analizarea concretă a avantajelor pe care le prezintă turboagregatele cu turbine cu turații mari din punctul de vedere al maselor acestora și deci din punctul de vedere al consumului de metal care intervine în fabricația lor, în tabelul 2 se dau, pentru comparație, principalele caracteristici ale tipurilor AS 7 și ACC 7,8 de turboagregate cu turbine cu condensație și cu puteri foarte apropiate fabricate la IMGB [2, 6], din care primul cu turația de 3000 rot/min, iar al doilea cu turația de 9000 rot/min, realizat în colaborare cu întreprinderea Gutehoffnungshütte (GHH) din Germania [2, 6].

Masele principalelor părți componente ale turboagregatelor nu sînt date în valori absolute, ci cu relații dintre acestea, pentru a se putea face o comparație mai ușoară. Randamentul intern este cu circa 5% mai mare la turbina cu turație mare (ACC 7, 8) decît în cazul turbinei cu turația de 3000 rot/min (AS7). Masa turbinei ACC 7, 8 inclusiv un turboreductor cu raportul de transmisie de 9000/3000, reprezintă numai 43,2% din masa turbinei AS 7.

În ceea ce privește generatoarele electrice, este de remarcat că, spre deosebire de cazul cuplării directe cu turbinele, cînd turațiile pot avea numai valoarea de 3000 rot/min, respectiv 3600 rot/min, în cazul cuplării acestora cu turbine cu turații mari prin intermediul turboreductoarelor, ele pot avea fie turația de 3000 rot/min, respectiv 3600 rot/min (generator cu doi poli), fie turația de 1500 rot/min, respectiv 1800 rot/min (generator cu patru poli).

La puteri pînă la circa 20 MW generatoarele cu patru poli au următoarele avantaje față de cele cu doi poli :

— din cauza turației mai reduse, solicitările în rotor sînt la rîndul lor mai reduse, fiind în acest fel posibilă utilizarea pentru construcția lui a unui oțel slab aliat sau chiar a unui oțel carbon de calitate ;

— rotorul cu patru poli (poli aparenți) se poate prelucra mecanic mai ușor pentru obținerea ancoșelor bobinajului, pentru această operație nefiind necesare mașini-unelte specializate, ea putîndu-se realiza cu ajutorul unei freze cu cap divizor ;

— condițiile de răcire a bobinajului statorului sînt mai bune.

Din cauză că rotorul cu patru poli are dimensiuni mai mari decît cele ale rotorului cu doi poli, generatoarele cu turație mică (1500 rot/min sau 1800 rot/min) au în ansamblu dimensiuni și mase mai mari decît cele cu turație de 3000 rot/min sau 3600 rot/min, însă consumul de materiale speciale (electroizolante etc.) fiind practic același, din motivele arătate mai sus cu privire la calitatea materialului și tehnologia de prelucrare mecanică a rotorului, prețul de cost al unui generator cu turația mică este mai redus decît al celui cu turația de 3000 rot/min sau 3600 rot/min, de aceeași putere. Exemplificînd, pe baza unor realizări de la Uzina de Mașini Grele București arătăm că masa unui generator de 6 MW cu turația de 1500 rot/min este cu 19,3 % mai mare decît cea a unui generator de aceeași putere cu turația de 3000 rot/min.

Tipizarea constructivă

Un alt avantaj foarte important al turboagregatelor cu turbine cu turație mare constă în posibilitatea aplicării, pe scară largă, a principiilor de tipizare constructivă în fabricația acestora.

Din acest punct de vedere este important în primul rînd faptul că, utilizînd aceeași turbină, se pot realiza turboagregate cu generatoare electrice adecvate, atît pentru sisteme electroenergetice cu frecvența de 50 Hz, cît și pentru astfel de sisteme cu frecvența de 60 Hz.

Acest lucru se obține prin cuplarea cu turbina a generatorului cu turația necesară, prin turboreductor cu raport de transmisie corespunzător.

O altă categorie a tipizării constructive o reprezintă utilizarea unor combinații de subansambluri pentru realizarea unui număr mare de tipodimensiuni de turbine, atât pentru turații de sincronism, cît și pentru turații mari.

Întreprinderea ABB a pus la punct un sistem organizat de realizare a turbinelor cu abur de putere medie (sub 60 MW) în sistem tipizat [14].

Pentru a exemplifica reducerea ciclului de proiectare-pregătire tehnologică-fabricație pentru un nou tip de turboagregat (de 15 MW cu turbină cu contrapresiune) realizat în construcție tipizată, față de situația cînd turboagregatul respectiv ar fi realizat în construcție netipizată, în figura 3 se dau ciclurile respective în mărimi comparative [11]. Cu A este notat ciclul pentru turboagregatul netipizat, iar cu B ciclul respectiv pentru turboagregatul tipizat. Cu *a* sînt notate ciclurile de proiectare-pregătire tehnologică, iar cu *b* ciclurile de aprovizionare cu materiale de fabricație.

Structura compactă

Dimensiunile mai reduse ale turboagregatelor cu turbine cu abur cu turații mari fac posibilă aplicarea, pe scară largă în acest domeniu, a tipului de construcție compactă, în cadrul căreia sînt montate pe un batiu comun o parte

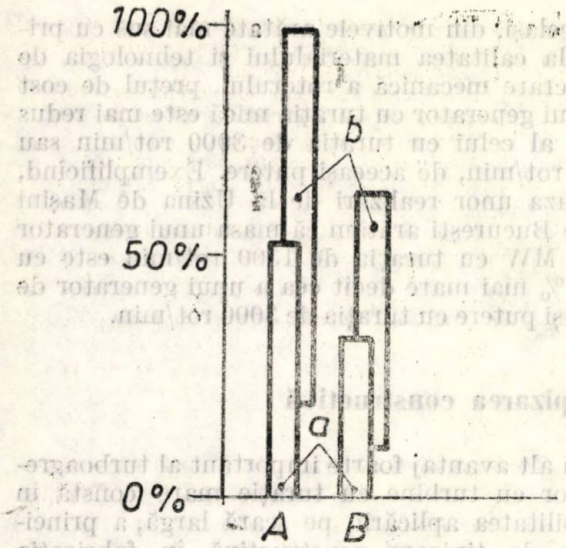


Fig. 3

din componentele principale ale turboagregatului (de exemplu turbina și turboreductorul), precum și o parte din echipamentele auxiliare (răcitoare, filtre și pompe de ulei etc.), fie toate componentele principale (turbina, turboreductorul și generatorul) și toate echipamentele auxiliare sau o parte din acestea.

Cîștigul realizat prin structura compactă și cu atît mai mult prin cea compact-integrată este mare la turbine cu contrapresiune, cînd nu mai este necesară o fundație pe stîlpi cu un spațiu sub cota de deservire a turboagregatului. Turboagregatele cu structură compactă au și avantajul că pot fi complet asamblate în uzina executantă, transportate în această situație la beneficiar și montate în cadrul restului instalației, într-un timp foarte scurt față de cel necesar montajului turboagregatelor cu caracteristici similare, dar de construcție clasică. În lucrarea [12] se arată că pentru un turboagregat la care în varianta clasică ar fi necesar un timp de montaj la beneficiar de trei luni, în varianta de construcție compactă tipul de montaj respectiv se reduce la trei săptămîni.

Premise pentru realizarea în țară a turboagregatelor cu turbine cu turație mare

În domeniul de puteri 1—12 MW, așa cum s-a arătat, în țara noastră a fost realizat un singur tip de turboagregat cu turbina TKP 1 cu turația de 5925 rot/min, cuplată, prin intermediul unui turboreductor [3], cu un generator electric cu turația de 3000 rot/min. Acest turboagregat nu este realizat în construcția compactă, nu necesită fundație pe stîlpi, însă pentru montarea instalațiilor auxiliare este necesar un spațiu sub nivelul de deservire a turbinei și generatorului.

Alte turbine cu abur cu turație mare construite în țară sînt cele realizate în colaborare cu întreprinderea GHH. Turbinele din această serie de șapte tipuri, din care cinci tipuri cu condensație și două tipuri de contrapresiune, sînt destinate antrenării directe (fără reductor de turație) de compresoare sau suflante de aer, hidrogen, gaz metan, gaz de sinteză sau amoniac din instalațiile din industria chimică [6]. Cele șapte tipuri de turbine acoperă un domeniu de puteri între 1,6 MW și 12 MW și un domeniu de turații între 7160 rot/min și 12415 rot/min.

Atît pentru antrenarea de generatoare electrice, cît și pentru antrenarea de pompe sau ventilatoare necesare în diverse industrii, între care în primul rînd în industria chimică, au fost proiectate 12 tipodimensiuni tipizate de turbine integrate cu turboreductoare, cu puteri între 80 kW și 1 MW [5].

Dintre acestea au fost realizate pînă în prezent în secția de microproducție la ICSITEE turboagregate cu generator electric de 0,2 MW [1] și de 0,3 MW pentru antrenarea de pompe.

La ICSITEE au mai fost proiectate, dar nerealizate pînă în prezent, două turboagregate de 1 MW, din care unul reprezintă o variantă a turboagregatului cu turbină TKP 1 (la care este schimbată numai temperatura aburului viu de la 345°C la 250°), iar al doilea este un turboagregat cu turbina SC 1 cu condensație, cu func-

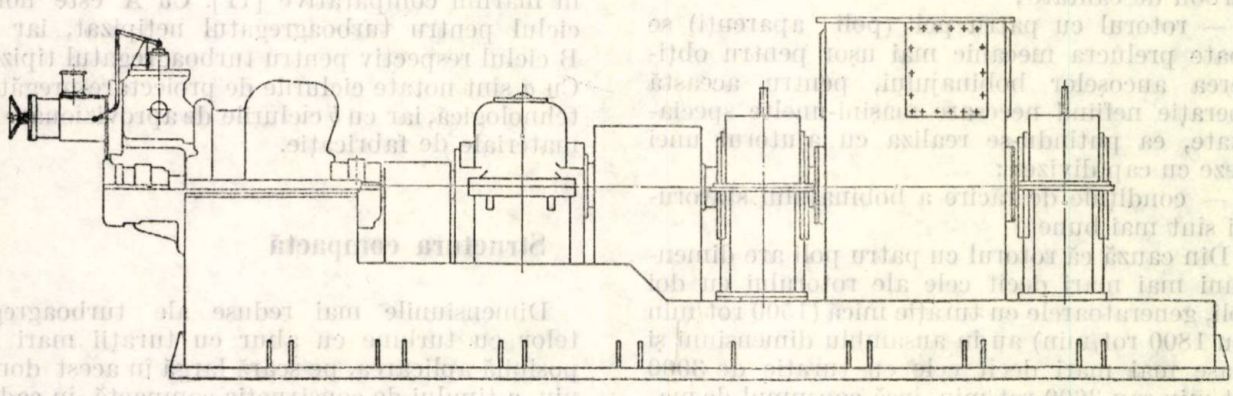


Fig. 4

ție de grup electrogen pe navele petroliere. El este conceput în construcția compactă, exclusiv condensatorul, așa cum se poate vedea în figura 4.

În ceea ce privește turboreductoarele, considerăm interesant de menționat performanțele tehnice ale reductoarelor de turație care se realizează în întreprinderile specializate Reșița-Renk (societate mixtă româno-germană) și Neptun Cîmpina.

Din cele arătate rezultă :

a) necesitatea modernizării seriei de turboagregate tipizate cu puteri între 2,5 MW și 12 MW, prin realizarea unei serii echivalente, adaptată la parametrii nominali ceruți frecvent în prezent în economia națională și pentru export, cu turbine cu turații mari și turboreductoare ;

b) posibilitatea industriei constructoare de mașini din țara noastră de a realiza, la nivel tehnic corespunzător, turboagregate cu turbine cu turație mare cu puteri unitare pînă la 12 MW.

BIBLIOGRAFIE

[1] Andreescu, D., Doncea, M., Dvorac, V., Vuza, I., Mitoi, I. *Cercetări privind realizarea și implementarea unor turboagregate recuperatoare de 200 kW.* În : Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 5.

[2] Brădățeanu, V., Cârdu, M. *Realizări și perspective în concepția și construcția de turbine cu abur.* În Construcția de mașini, 39 (1987), nr. 5.

[3] Cârdu, M. *Reductor de turație pentru turbina cu abur de 1000 kW.* În : Construcția de mașini, 16, nr. 9, 1964.

[4] Cârdu, M. *De la 3 MW la 700 MW (Scurt istoric al fabricației turbinelor cu abur în România).* În : Construcția de mașini, 35, 1983, nr. 1.

[5] Cârdu, M. *Noi realizări în activitatea de cercetare științifică și inginerie tehnologică pentru echipamente energetice.* În : Energetica, 34, 1986, nr. 7.

[6] Cârdu, M. *Dezvoltarea fabricației de turbine cu abur pentru recuperarea resurselor energetice refolosibile din industrie.* În : Energetica, 36, 1988, nr. 1

[7] Cârdu, M. *Elemente de comparație între turbinele cu abur cu acțiune și cele cu reacțiune.* În : Energ. 5, Editura Tehnică, București, 1988.

[8] Creța, G. *Turbine cu abur și cu gaze.* Editura Didactică și Pedagocică, București, 1981.

[9] Grecu, T., Cârdu, M., Nicolau, I. *Turbine cu abur*, Editura Tehnică, București, 1976.

[10] Häusermann, A., Gerodetti, H. *Desing and Operational Behaviour of Steam Turbosets with Reduction Gearing.* În : Brown Boveri Review, Volume 64, nr. 11, 1977.

[11] Häusermann, A., Hollauf, H., Hosp, A. *Turbines à vapeur de puissance moyenne dans l'industrie et les centrales. Expérience aquise dans le traitement des commandes et en exploitation.* În : Revue Brown Boveri, tome 67, nr. 5, Mai, 1980.

[12] Lorenz, H. *Steam Turbine Installations 1 to 16 MW.* În : Mitteilungen aus dem Kraftwerksanlagenbau des DDR, 1/83.

[13] Schramm, G., Schilg, G., Hahn, W. *Konstruktive Moglichkeit zur Erhöhung des Wirkungsgrade bei Neubau und Modernisierung von Dampfturbinen fur Industrieund Heizkraftwerke.* În : Energietechnik 37 Jg. Heft 4, April, 1987.

[14] Zimmermann, M. *Turbines à vapeur pour l'industrie.* In : Revue Brown Boveri, tome 63, nr. 6, 1976.

[15] * * * *Mitsubishi Package Type Turbine — Generator (for Kure Works, Nisshin Steel Co., Ltd.).* În: Mitsubishi Technical Rewiew, June 1929.

[16] * * * *Cogeneration and Alternate Energy Technologies.* În : Turbomachinery international, Vol. 25, nr. 2, March, 1984.

[17] * * * Turbo-machinery international, Vol. 25, nr. 8 October, 1984.

[18] * * * *Utilization rationelle de l'énergie.* În : Revue ACEC, Septembre, 1980.

(Primit la 14 octombrie 1991, acceptat la 30 septembrie 1993)

Amenajarea potențialului hidroenergetic al României pe termen mediu

ing. VALERIU BOGAN*

Potențialul hidroenergetic amenajabil al României este de circa 40000 GWh/an. Din acest potențial, în prezent sînt amenajate centrale hidroelectrice care însumează o capacitate de producție de circa 15500 GWh/an, reprezentînd deci un grad de valorificare a potențialului hidroenergetic de circa 39%. O parte din hidrocentrale, deși este în funcțiune, nu produce la parametrii normali, deoarece nu au terminate toate lucrările. Datorită posibilităților de finanțare reduse, RENEL are dificultăți în asigurarea de fonduri pentru terminarea tuturor amenajărilor. Ținînd însă seama de sumele mari în valută necesare anual pentru procurarea de combustibili și de faptul că energia hidro este regenerabilă, în articol se aduc argumente pentru finanțare în continuare cu prioritare a programului hidro.

The Romanian harnessable hydropower potential is about 40 000 GWh/year. At present, the hydropower stations representing together an output capacity of about 15 500 GWh/year, meaning about 39% of the hydropower potential, are harnessed out of this potential. Some of the hydropower stations, although in operation, do not generate energy at the normal parameters, because their outfits have not been completed. Due to the reduced financing possibilities, RENEL (Romanian Electricity Authority) has not the possibility to do these completions of all harnessings. Taking into consideration the fact that the hydropower production is a renewable energy, the paper brings arguments for the necessity to give high priority of the continuous financing of the hydropower.
NOTE: All the elements of the paper refer to the situation of the beginning of the year 1993.

Potențialul hidroenergetic tehnic amenajabil al României este de circa 40 000 GWh/an.

La sfîrșitul anului 1992, din acest potențial erau amenajate centrale hidroelectrice care însumau o capacitate de producție de circa 15 500 GWh/an, reprezentînd deci un grad de valorificare a potențialului hidroenergetic de circa 39% (nu toate hidrocentralele sînt terminate la profil final, unele fiind în curs de execuție).

În comparație cu cotele de potențial valorificate în alte țări (Elveția practic 100%, Franța 93%, Italia 71%, Austria 68%) România mai are de valorificat o cotă importantă din potențialul hidroenergetic de care dispune. În prezent sînt în execuție 35 de obiective hidroenergetice (67 centrale hidroelectrice), care însumează o

* Institutul de Studii și Proiectări Hidroenergetice — ISPH, București

capacitate de producție, în condiții hidrologice medii, de circa 3645 GWh/an. Dintre acestea 12 obiective hidroenergetice sînt deja puse parțial în funcțiune, dar nu funcționează la capacitatea finală din cauza neterminării lucrărilor (aducțiuni secundare, baraje și diguri care nu au ajuns la cota finală), iar trei obiective sînt în faza finală de execuție. Finanțarea lor în continuare pe anul 1993 este făcută din fonduri proprii RENEL. Terminarea acestora aduce o majorare a producției de circa 1390 GWh/an, reprezentînd o ușurare a balanței de combustibil a țării de circa 2 mil. tone lignit pe an sau 400 000 tone păcură/an.

Prețul de cost la care revine această energie este de sub 3 lei/kWh. Cu actualele posibilități de finanțare anuală ale RENEL pentru obiectivele hidroenergetice (circa 60 miliarde lei/an) în prețuri decembrie 1992, față de o capacitate a organizațiilor de construcții-montaj de circa 90 miliarde lei, aceste 15 obiective pot fi terminate în 2—3 ani. Se ajunge astfel la o capacitate medie de producție de circa 16900 GWh, adică circa 42% din potențialul tehnic amenajabil.

Celelalte 20 lucrări începute, pe care RENEL nu poate în prezent să le finanțeze din surse proprii, însumează o capacitate de producție de circa 2 255 GWh/an. Printre acestea se află amenajări cu caracter complex pentru atenuarea viiturilor, alimentări cu apă, irigații etc., la care folosința energetică este secundară.

Avînd un caracter de interes public, finanțarea lor nu poate fi acoperită numai din fondurile proprii de dezvoltare ale RENEL.

În această situație sînt acumulările Răstolița de pe afluentul cu același nume al rîului Mureș în amonte de Reghin, acumularea Valea Sadului de pe rîul Jiu, acumularea Veneția (Făgăraș) de pe rîul Olt. Investițiile implicate depășesc cu mult cota pe care o poate suporta producția de energie.

De subliniat că și în celelalte amenajări, la care folosința principală este energetică, se realizează avantaje de interes public prin protecția la inundații a terenurilor riverane, realizarea unor drumuri și poduri peste albii de interes național, regional și comunal, creează acumulări de apă pentru uz local și deschid posibilități de amenajare urbană turistică și comercială locală.

Prin terminarea și a acestor obiective, pentru care în prezent RENEL nu poate asigura integral finanțarea, se ajunge la o capacitate medie de producție a hidrocentralelor de circa 19 150 GWh/an (48% din potențialul energetic), ceea ce reprezintă o economie de circa 26 milioane tone lignit/an sau 5,4 milioane tone păcură/an.

Pînă în prezent potențialul hidroenergetic al țării s-a realizat în ordinea economicității lui într-un ritm mediu de puneri în funcțiune în perioada 1956—1990 de aproximativ 140 MW/an pe o perioadă de 5 ani, rezultînd o medie de circa 700 MW cu o valoare maximă în 1971—1975 de 1780 MW. Rezultă deci că în funcție de posibilitățile financiare se poate continua amenajarea potențialului hidroenergetic într-un ritm de 700—800 MW pe o perioadă de 5 ani.

Din analiza cîtorva aspecte privind modul de producere a energiei electrice în prezent, posibilitățile de asigurare și direcțiile de dezvoltare în continuare ale RENEL, se remarcă următoarele :

1) Pe baza datelor înregistrate în perioada 1989—1992 rezultă că centralele RENEL au produs :

Anul	1989	1990	1991	1992	1993 prevederi RENEL
Producția centralelor					
RENEL [GWh]	72509	61550	54714	52386	55190
din care :	1989	1990	1991	1992	1993
Hidrocentrale [GWh]	12506	10899	14185	11636	11390
[%]	17,2	17,7	25,9	22,2	20,6

— Structura puterii instalate în Sistemul Energetic Național la 31.12. 1993 a fost :

Anul	1989	1990	1991	1992
Total [MW]	21544	21535	21423	21457
din care : hidrocentrale				
[MW]	5508	5540	5576	5610
[%]	25,6	25,7	26,0	26,1

2) Problema principală a RENEL este asigurarea resurselor primare de combustibil. Această problemă se acutizează în fiecare iarnă, deoarece este greu de asigurat valuta necesară completării resurselor interne. După cum rezultă din diversele prognoze, inclusiv ale unor consultanți străini, se prevede ca economia românească să se redreseze într-un ritm lent. În aceste condiții în următorii 10—15 ani rămîne o problemă dificilă procurarea valutei necesare importului de combustibil. În afara aspectului economic, procurarea unor cantități mari de combustibil din import poate întîmpina dificultăți de transport și manipulare sau de obținere a combustibilului de pe piețe adesea instabile politic.

3) RENEL nu mai este supusă în prezent la o presiune din partea consumatorilor pentru asigurarea necesarului de putere. Apare deci ca rațională realizarea acestor lucrări care conduc la slăbirea presiunii asupra RENEL pentru procurarea valutei necesare cumpărării unei importante cantități de combustibil din import, una dintre măsurile cele mai indicate fiind continuarea amenajării potențialului hidroenergetic.

4) Criteriul principal de apreciere a activității unui agent economic este capacitatea de a aduce profit. În această privință trebuie să se țină

seama că deși cota energiei produse de centralele hidroenergetice a fost de 17—25%, cea mai mare parte a beneficiului regiei s-a obținut din vînzarea energiei produsă de centralele hidroenergetice, deoarece aceste centrale realizează un preț de cost mult mai redus decît prețul de cost mediu, de vînzare așa cum rezultă din datele următoare :

Anul	1989	1990 trim. IV 1992		1993 Prevederi*) RENEL pentru energia livrată la consumatori
Preț de cost mediu pe regie [lei/MWh]	596,8	853	10224	15075
din care				
— centralele pe cărbuni	913,7	1538,9	23507	23653
— centrale pe hidrocabluri	535,9	802,4	12816	12523
— centrale hidro	189,7	282,2	3904	4545

* În condițiile HGR 412/1992

De subliniat că 40 ... 60% din energia hidro este produsă în orele tarifare de vîrf, ceea ce mărește valoarea energiei produse.

Rezultă că procesul tehnologic hidro pentru producerea energiei electrice este foarte eficient, în special în condițiile actuale cînd a dispărut presiunea din partea consumatorilor pentru acoperirea imediată a unor creșteri de putere.

Pentru a pune în evidență în mod corect în condițiile economici de piață, posibilitățile de finanțare a fiecărei activități (în cazul de față a activității hidro) ar fi util ca evidențele financiare să reflecte beneficiile ce se obțin în fiecare ramură de activitate în condițiile valorificării producției conform calității acestora și nu în funcție de prețul de cost realizat de ramura respectivă (cu un beneficiu rezultat prin aplicarea unui coeficient aproximativ constant asupra costurilor). Mai concret, nu este normal ca la o întreprindere care realizează un cost mic, să zicem 5 lei/kWh, producția să se achiziționeze la un preț de 5,5 lei/kWh, iar la altă întreprindere care produce la 23 lei/kWh producția să se achiziționeze cu 25 lei/kWh.

5) Necesitatea continuării programului de amenajare hidro este susținută și de importanța lucrărilor incluse în schemele de amenajare ale hidrocentralelor, ale unor lucrări necesare pentru asigurarea apei potabile, industriale și apărarea împotriva inundațiilor (viiturilor). În prezent și în România a început să se manifeste criza apei, care în timp se va accentua.

În această privință, considerăm că folosirea potențialului hidrologic și hidroenergetic al tuturor cursurilor de apă trebuie privită ca o problemă de interes național, care trebuie gîndită într-o largă perspectivă. De aceea, reactualizarea în noile condiții economice a planurilor de amenajare integrală a cursurilor de apă, ținînd seama de toate folosințele din fiecare zonă a țării, este necesar să fie privită ca o problemă de maximă importanță, amenajarea complexă a unui bazin hidrografic fiind privită ca un tot unitar. Realizarea lucrărilor prevăzute de planurile de amenajare complexă urmează să se facă etapizat, ținîndu-se seama de criterii tehnico-economice și condițiile sociale ale zonei respective. Trebuie avut în vedere și faptul că problema utilizării apei nu se poate rezolva de la o zi la alta, deoarece lucrările hidrotehnice (baraje, galerii, canale, stații de epurare etc.) au durate de realizare de cîțiva ani și necesită fonduri importante și organizarea unor șantiere mari, greu de organizat. De aici rezultă oportunitatea continuării lucrărilor începute într-un bazin hidrografic și atacarea în continuare a lucrărilor prevăzute de planurile de amenajare a apelor în zona respectivă.

6) Amenajarea în continuare a potențialului hidroenergetic are un efect benefic asupra mediului înconjurător, nu produce elemente de poluare, ameliorînd în schimb calitatea apei degradate prin deversările de impurități provenite din industrie sau aglomerări urbane.

Nu emit în atmosferă nici un fel de materiale poluante. Din contră, acolo unde se realizează suprafețe cu luciu mare de apă (lacurile de acumulare) acestea contribuie la purificarea atmosferei.

7) Amenajarea potențialului hidroenergetic se face practic numai cu resurse existente în țară. Sînt dezvoltate corespunzător sectoarele de studii și proiectare, uzinele de producere a echipamentelor, organizațiile de construcție etc.

Menționăm că în costul hidrocentralelor manopera reprezintă aproximativ 35% din total și în cazul opririi programului hidroenergetic, aceste costuri rămîn a fi acoperite din fondurile generale ale statului (ajutor șomaj, protecții sociale etc.)

8) Durata medie de viață a amenajărilor hidroenergetice este mare, de ordinul a 80 — 100 ani. Sînt robuste și au o fiabilitate în exploatare, cota de echipament care trebuie înlocuită la un interval de 35—45% ani este mică (sub 20% din investițiile inițiale).

În concluzie, rezultă că în condițiile actuale, cînd presiunea principală asupra RENEL este aceea de a procura fondurile valutare necesare cumpărării unor cantități apreciabile de combustibil din import, amenajarea în continuare a potențialului hidroenergetic este indicată.

(Primit la 26 aprilie 1993, acceptat la 13 iulie 1993)

Reducerea emisiilor de NO_x prin controlul temperaturii de ardere

prof. dr. ing. NICOLAE ANTONESCU *

Aducerea cazanelor industriale românești, în prezent în funcțiune, la parametrii de emisie de NO_x admisibili conform normelor de protecție a atmosferei se poate face prin reducerea controlată a temperaturii de ardere. Aceasta se poate realiza prin recircularea gazelor de ardere, prelevate de la nivelul coșului, în arzător.

Gradul de recirculare ε_{REC}, definit ca raportul dintre debitul de gaze recirculat, și debitul de aer introdus în arzător, trebuie să aibă valorile $\varepsilon_{REC}=0.4-0.5$, caz în care temperatura de ardere se reduce de la 1789°C la 1400—1331°C, ceea ce reduce emisia de NO_x de la 667.4 mg/m³ la 35.0—25.6 mg/m³.

Variația randamentului cazanului datorită recirculației este nesemnificativă, de la 87.5% în funcționare clasică la 87.2% în funcționare cu recirculație la $\varepsilon_{REC}=0.4-0.5$. Se recomandă să nu se depășească un coeficient de recirculare de $\varepsilon_{REC}=0.5$, deoarece apar în cazan pierderi de presiune neacceptabil de mari (datorită creșterilor de viteză în drumurile convective). Consumul suplimentar de energie la ventilatorul de recirculare a gazelor de ardere și la exhaustor este acceptabil și incomparabil mai economic decît pentru alte sisteme de reducere de NO_x.

Odată cu apariția normelor stricte de protecție a atmosferei în țara noastră, preconizăm trecerea tuturor cazanelor industriale în regim de funcționare de recirculație.

The Romanian industrial boilers, still in operation, can be brought to the allowable NO_x emissions parameters in compliance with the atmospheric protection rules by checking the reduction of the burning temperature. This can be done by the recirculation of the flue gases sampled from the level of the chimney, in the burner.

The EPS recirculation degree defined as the ratio between the recirculated gas flow rate and the air flow rate let in the burner, has to be ranged within $EPS = 0.4-0.5$; in this case the burning temperature is reduced from 1789° C to 1400—1331°C which brings about the reduction of NO_x emission from 667.4 mg/m³ to 35.0—25.6 mg/m³.

The variation of the boiler efficiency due to the recirculation is not significant, from 87.5% in classical operation to 87.2% in recirculation operation with recirculation at $EPS = 0.4-0.5$. A recirculation coefficient of $EPS = 0.5$ is not allowed to be exceeded because occuring of too high pressure losses in the boiler (due to the speed increases in the convective paths) . The additional power consumption at the flue gases recirculation fan and at the exhaustor is allowable and much more economical than in case of other NO_x reduction systems.

Once the atmospheric protection rules were legislated and these rules are strictly applied, we suggest to introduce to all industrial boilers the recirculation operating regime.

* Universitatea Politehnică, București

O preocupare permanentă în tehnica energetică actuală este reducerea emisiilor de noxe în vederea protecției atmosferei. Problema se pune cu mai mari dificultăți pentru instalațiile de cazane mici și mijlocii (pentru centrale termice de încălzire sau centrale tehnologice industriale), deoarece costul propriu al instalațiilor de depoluare este inacceptabil de ridicat.

În aceste cazuri este recomandabilă soluția de reducere a temperaturii teoretice de ardere și implicit a emisiilor de NO_x prin recircularea gazelor de ardere.

1. Reducerea temperaturii de ardere prin recircularea gazelor de ardere

Recircularea gazelor de ardere se face prelevînd de la nivelul coșului (dar se poate preleva și de la nivelul dintre două trepte ale convectivului) gaze de ardere care se recirculă cu ajutorul unui ventilator în arzătorul cazanului. Schema este prezentată în figura 1, fiind exemplificată la un cazan de abur industrial tip BLOCABUR.

În figura 2 se arată schema arzătorului.

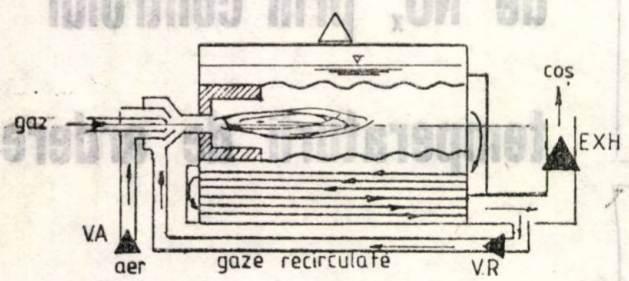


Fig. 1. Cazan cu recirculație de gaze de ardere.

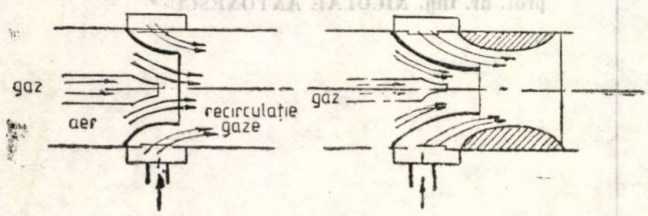


Fig. 2. Schema arzătorului cu gaze recirculante : a-introducerea directă a gazelor în arzător ; b-introducerea gazelor în arzător prin ejector.

Dacă se dorește impunerea unei anumite temperaturi teoretice de ardere în vederea reducerii la un anumit nivel a emisiilor de NO_x, se poate calcula debitul de gaze recirculate necesar.

Temperatura teoretică de ardere într-o combustie clasică este dată de relația :

$$t_{t0} = \frac{(1 - q_i) \times H_i + \alpha \times V_0 \times c_{pa} \times t_a}{[V_{g0} + (\alpha - 1) \times V_0] \times c_{pg}}, \qquad (1)$$

unde :

q_i reprezintă pierderea specifică prin ardere incompletă ;

H_i — puterea calorică inferioară ;

V_0 și V_{g0} — volumele stoichiometrice de aer și de gaze de ardere ;

α — excesul de aer în procesul de ardere :

c_{pa} și c_{pg} — căldurile specifice ale aerului și gazelor de ardere ;

t_a — temperatura aerului de ardere.

O dificultate destul de mare apare în ceea ce privește stabilirea emisiilor de NO_x la diferite temperaturi de ardere. Pentru condiții normale de funcționare a unui cazan, conținutul maxim de NO_x care apare poate fi calculat cu relațiile :

— pentru intervalul de temperaturi 1000 — — 1300 °C

$$NO_x = 10 + 4.295 \times 10^{-4} \times (t - 1000)^{1.834} \quad [mg/m^3*]$$

— pentru intervalul de temperaturi 1300 — —1500 °C

$$NO_x = 25 + 1.542 \times 10^{-4} \times (t - 1300)^{2.406} \quad (mg/m^3*)$$

— pentru intervalul de temperaturi 1500 — —1800 °C

$$NO_x = 78 + 0.1031 \times (t - 1500)^{1.5267} \quad (mg/m^3*)$$

În cazul arderii cu aer atmosferic a combustibilului gazos se obțin valorile din tabelul 1 pentru temperatura teoretică de ardere și valorile respective maxime de NO_x.

Tabelul 1

Temperatura teoretică de ardere și emisia de NO_x

Exces de aer	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12
Temperatura teoretică de ardere pentru combustibilul gazos	1981	1953	1927	1901	1876	1851
NO_x pentru arderea normală a combustibilului gazos NO_x (mg/m^3)	1359	1250	1147	1050	959	874

Se remarcă valori foarte ridicate ale emisiilor de NO_x, mult deasupra normelor, ceea ce impune adoptarea soluției de ardere cu recirculare de gaze.

În arderea cu recirculare de gaze temperatura teoretică de ardere ce se obține se calculează cu relația :

$$t_{tr} = \frac{(1 - q_i) \times H_i + \alpha \times V_0 \times c_{pa} \times t_a + V_r \times c_{pg} \times t_r}{[V_{g0} + (\alpha - 1) \times V_0 + V_r] \times c_{pg}}. \qquad (2)$$

* În toată lucrarea se folosește m^3 în condiții normale de presiune și temperatură

Dacă se definește coeficientul de recirculare ε_{REC} ca raport între debitul de gaze recirculate pe unitatea de combustibil V_r și aerul de ardere introdus pe unitatea de combustibil, $\alpha \times V_0$, se obține următoarea relație de calcul pentru coeficientul de recirculație :

$$\varepsilon_{REC} = \frac{V_r}{\alpha \times V_0} = \frac{\dfrac{(1-q_i)\times H_i}{c_{pg} \times V_0} + \dfrac{\alpha \times c_{pa}}{c_{pg}} \times t_a - t_r \times \left[\dfrac{V_{g0}}{V_0} + (\alpha - 1)\right]}{(t_{tr} - t_r) \times \alpha}. \quad (3)$$

Este de observat că variind coeficientul de recirculație se poate obține orice temperatură de ardere t_{tr} dorită, în limitele t_{t0}, ca temperatură maximă de ardere, și t_r, ca temperatură minimă.

Se observă, de asemenea, că este mai avantajos să se recircule gaze de temperatură mai coborîtă, deoarece se reduce volumul de gaze recirculate pentru același efect de scădere a temperaturii de ardere. Totuși, trebuie avut în vedere că gazele recirculate străbat cazanul pe toate drumurile convective, mărind astfel debitul de gaze vehiculat. Se va arăta în continuare ca aceasta duce la importante creșteri de viteză în drumurile convective și implicit pierderi mari de presiune care pot limita valoarea superioară a coeficientului de recirculație.

În tabelul 2 sînt prezentate valorile temperaturii teoretice de ardere t_{tr} și concentrația maximă de NO_x ce se obține în procesul de ardere, cu recirculație de gaze de ardere, pentru un cazan funcționînd cu gaz natural, exces de aer în focar $\alpha = 1.15$

Tabelul 2

Concentrații de NO_x în gaze la ardere cu recirculație

Coeficient de recirculație ε_{REC}	Aer de ardere $\alpha \times V_0$	Gaze recirculate $\varepsilon_{REC} \times \alpha \times V_0$ [m³/m³]	Temperatura teoretică de ardere t_t	NO_x în procesul de ardere [mg/m³]
0 (fără recirculație)	10.52	0	1789	667.4
0.1	10.52	1.052	1669	337.8
0.2	10.52	2.104	1566	139.8
0.3	10.52	3.156	1472	61.9
0.4	10.52	4.208	1400	35.0
0.5	10.52	5.261	1331	25.6
0.6	10.52	6.313	1270	22.4
0.7	10.52	7.365	1215	18.1
0.8	10.52	8.417	1166	15.1
0.9	10.52	9.469	1122	12.9
1.0	10.52	10.52	1082	11.4
1.1	10.52	11.57	1045	10.5
1.2	10.52	12.63	1011	10.0

Se remarcă posibilitatea de a reduce temperatura teoretică de ardere chiar pînă la circa 1000°C în cazul unui coeficient de recirculare $\varepsilon_{REC}=1.2$. În cazurile tehnice curente nu trebuie funcționat cu o temperatură atît de coborîtă, fiind suficientă scăderea temperaturii de ardere pînă la 1400°C, unde emisia de NO_x are valori sub normele admise. Pentru aceasta se stabilește coeficientul de recirculație la valori $\varepsilon_{REC} = 0,4-0,5$.

Se observă din tabelul 2 că pentru acest domeniu de recirculație volumul de gaze recirculat este de 40% — 50% din volumul de aer introdus pentru ardere.

2. Efecte funcționale și economice ale recirculației de gaze de ardere asupra cazanului

Se prevăd două modificări mari în regimul de funcționare a cazanului cu recirculație de gaze :

1. Scăderea temperaturii de ardere duce la scăderea temperaturii medii radiante din focar și în consecință la reducerea importantă a debitului de căldură Q_r preluat de focar.

2. Mărirea debitului de gaze care circulă prin cazan duce la mărirea vitezei în fascicolele convective și în consecință se va obține o mărire a debitului de căldură preluat în convective, Q_{c1}, Q_{c2}, Q_{cint}.

Mărirea vitezei gazelor de ardere va avea ca efect și mărirea pierderilor de presiune ale cazanului.

Cum este de așteptat să apară modificări importante în regimul cazanului, s-a impus un calcul termic și gazodinamic pentru diferite grade de recirculație ε_{REC}.

Pentru exemplificarea acestui studiu s-a ales aplicarea recirculației gazelor de ardere la cazanul de abur tehnologic BLOCABUR 2 t/h.

Calculul a fost programat și rezultatele obținute sînt sintetizate în figurile 3 și 4.

În figura 3 se prezintă variația temperaturii teoretice de ardere t_t, a temperaturii la sfîrșitul focarului t_f și a debitului de căldură preluat prin radiație în focar Q_r, funcție de gradul de recirculație.

În figura 4 se prezintă variația vitezei gazelor de ardere și a fluxurilor de căldură, în convectiv I(W_{CI} și Q_{CI}), în camera de întoarcere (W_{CINT} și Q_{CINT}) și în convectiv II(W_{CII} și Q_{CII}), funcție de gradul de recirculație.

Față de calculul clasic al cazanului apar următoarele modificări în metodică :

Temperatura teoretică de ardere este dată de relația (2) și temperatura la finele focarului se calculează cu relația :

$$t_f = \frac{(t_t + 273) \times Bo^{0.6}}{M \times \varepsilon_{foc}^{0.6} + Bo^{0.6}} - 273, \quad (4)$$

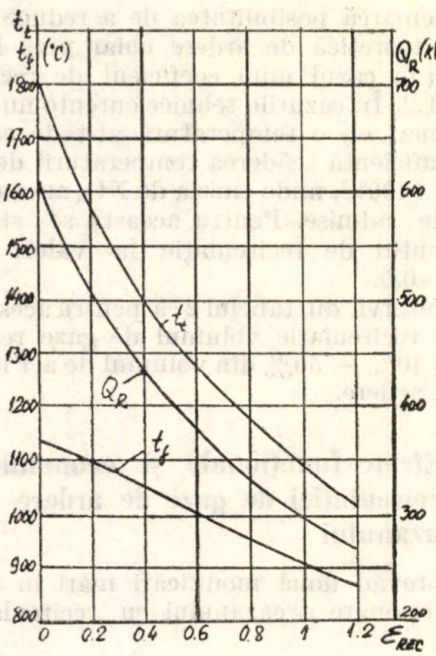


Fig. 3. Variaţia parametrilor funcţionali ai focarului funcţie de gradul de recirculaţie.

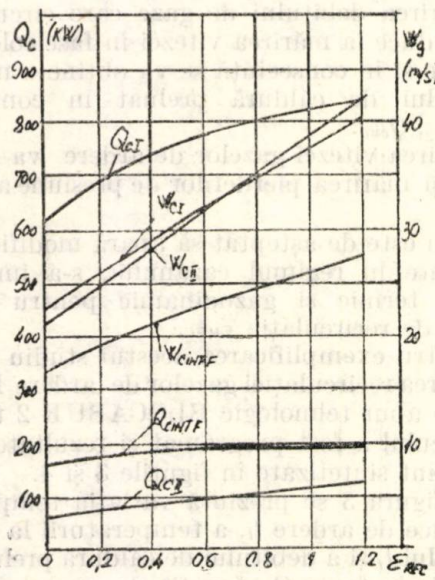


Fig. 4. Variaţia parametrilor funcţionali ai convectivelor funcţie de gradul de recirculaţie.

unde :

Bo este criteriul Boltzmann ;

M — factorul de poziţie a flăcării în focar ;

ε_{foc} — coeficientul de emisie al focarului.

Deoarece gazele de ardere provenite din arderea combustibilului în focar au excesul de aer α_F, iar gazele de ardere recirculate de la coş au excesul de aer mai mare, α_C, presiunile parţiale ale gazelor triatomice radiante trebuie să se calculeze cu ralaţiile :

$$VRO_{2rec} = \frac{VRO_2 + V_{rec} \times VRO_2}{V_{g_0} + (\alpha_C - 1) \times V_0} \quad (5)$$

$$VH_2O_{rec} = \frac{VH_2O + V_{rec} \times VH_2O}{V_{g_0} + (\alpha_C - 1) \times V_0} \quad (6)$$

$$PH_2O = \frac{VH_2O_{rec}}{V_{g_0} + (\alpha_F - 1) \times V_0 + V_{rec}} \quad (7)$$

$$PRO_2 = \frac{VRO_{2rec}}{V_{g_0} + (\alpha_F - 1) \times V_0 + V_{rec}} \quad (8)$$

În ceea ce priveşte sistemele convective, ele vor beneficia de un debit mai mare de gaze de ardere D_g şi implicit de viteze W_g mai mari. Calculele se fac cu relaţiile :

$$D_g = B \times [V_{g0} + (\alpha_F - 1) \times V_0 + V_{rec}] \times \times \frac{t_{mg} + 273}{273}, \ [m^3/s] \quad (9)$$

$$W_g = \frac{D_g}{n \times \frac{\pi \times d_i^2}{4}}, \ [m/s] \quad (10)$$

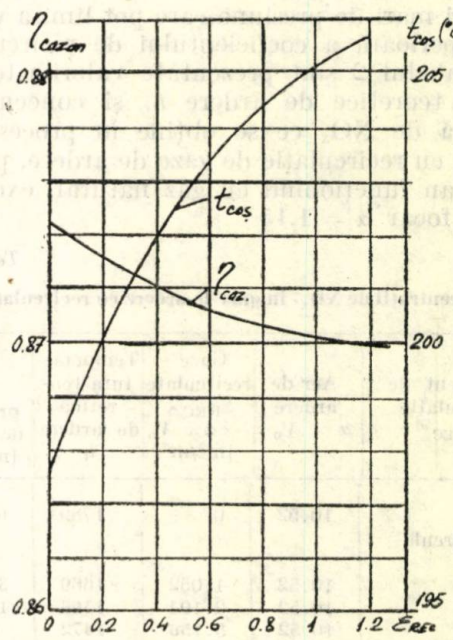


Fig. 5. Variaţia temperaturii gazelor la coş şi a randamentului cazanului funcţie de gradul de recirculaţie.

unde n este numărul de ţevi în drumul convectiv şi d diametrul interior al ţevilor.

Din analiza diagramelor din figura 3, pentru parametrii focarului, rezultă că temperatura teoretică de ardere t_t scade foarte rapid, în timp ce temperatura focarului t_f scade mai lent ca

urmare a faptului că se reduce simultan și debitul de căldură Q_r preluat în focar.

Se vede apoi în figura 4 că debitele de căldură pe convective Q_c cresc ca urmare a creșterii vitezei W a gazelor de ardere.

Ipoteza în care s-a calculat cazanul a fost aceea că se menține constantă producția de 2 t/h abur a cazanului, indiferent de gradul de recirculație sau de intensitatea transferului de căldură. În aceste condiții variațiile de regimuri vor fi preluate de temperatura gazelor de ardere la coș și implicit de randamentul cazanului.

În figura 5 se arată variația temperaturii gazelor de ardere la coș $t_{coș}$ și a randamentului cazanului η_{caz} caz în funcție de gradul de recirculație ε_{REC}.

Temperatura la coș variază între 197.7°C în funcționare clasică, 202—203°C la o recirculație ε_{REC}= 0.4—0.5 și 205.7°C la o recirculație cu ε_{REC}=1.2. Se observă o variație relativ mică a temperaturii la coș (sub 10°C) cu toate că regimurile termice și gazodinamice sînt foarte diferite.

În final, variația redusă a temperaturii la coș, singurul factor care variază sensibil cu gradul de recirculare, antrenează o variație foarte mică a randamentului termic al cazanului.

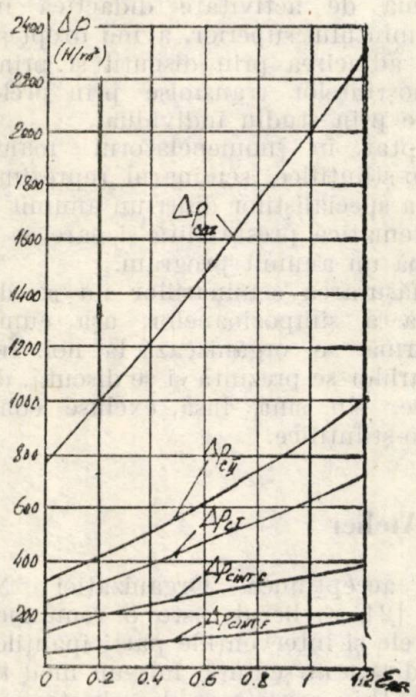


Fig. 6

Tot în figura 5 se poate urmări variația randamentului cazanului în funcție de gradul de recirculație.

Intervalul de variație a randamentului este de la 87.5%, în cazul fără recirculație, la 87% pentru o recirculație cu ε_{REC}=1.2. Pentru grade normale de recirculare, 0.4—0.5, randamentul este circa 87.2%. Toate aceste variații sînt nesemnificative pentru economicitatea cazanului.

Ceea ce limitează în modul cel mai drastic coeficientul de recirculație sînt pierderile de presiune ale cazanului.

În figura 6 se prezintă variațiile pierderilor de presiune în drumurile convective (c_I și c_{II}), în camerele de întoarcere față și spate (c_{intF} și c_{intS}), precum și pierderea de presiune pe întregul cazan funcție de gradul de recirculație.

Datorită creșterii debitului de gaze de ardere în drumurile convective se mărește foarte mult viteza gazelor de ardere, ceea ce duce la mărirea, cu pătratul acestor creșteri, a pierderilor de presiune.

Dacă fără recirculație de gaze pierderea de presiune a cazanului este 760 Pa, la un grad de recirculare ε_{REC}=1.2 pierderile devin 2300 Pa, ceea ce este inadmisibil din punctul de vedere al instalației de tiraj. Acest considerent duce la limitarea coeficientului de recirculație de valori de ε_{REC}=0.4 — 0.5 coeficient acceptabil și din punctul de vedere al emisiunilor de NO_x și din punctul de vedere al pierderilor de presiune ale cazanului care se situează la nivelul 1210 — 1340 Pa, ceea ce nu ridica probleme dificile de tiraj.

Concluzii

Aducerea cazanelor industriei românești, în prezent în funcțiune, la parametrii de emisie de NO_x admisibili conform normelor de protecție a atmosferei se poate face prin reducerea controlată a temperaturii de ardere. Aceasta se poate realiza prin recircularea gazelor de ardere, prelevate de la nivelul coșului, în arzător.

Gradul de recirculare ε_{REC}, definit ca raportul dintre debitul de gaze recirculat și debitul de aer introdus în arzător, cu valoarea ε_{REC}=0.4 — 0.5, reduce temperatura de ardere de la 1789° C la 1400 — 1331°C, ceea ce reduce emisia de NO_x de la 667.4 mg/m³ la 35.0 — — 25.6 mg/m³.

Scăderea schimbului de căldură din focar, ca urmare a reducerii temperaturii de ardere, este compensată de creșterea schimbului de căldură în drumurile convective, ceea ce în ansamblu face ca temperatura la coș să aibă o creștere foarte mică, iar variația randamentului cazanului să fie nesemnificativă, de la 87.5%, în funcționarea clasică, la 87.2% în funcționarea cu recirculație la ε_{REC}= 0.4— — 0.5.

Se recomandă să nu se depășească un coeficient de recirculare de ε_{REC}=0.5, deoarece apar

în cazan pierderi de presiune neacceptabil de mari (datorită creşterilor de viteză în drumurile convective). La valori normale de recirculare a gazelor de ardere consumul suplimentar de energie la ventilatorul de recirculare şi la exhaustor este acceptabil şi incomparabil mai economic decît pentru alte sisteme de reducere de NO_x.

Odată cu apariţia normelor stricte de protecţie a atmosferei în ţara noastră preconizăm trecerea tuturor cazanelor industriale în regim de funcţionare cu recirculaţie.

BIBLIOGRAFIE

[1] Perdshing, D. W. *The influence of fuel composition and flame temperature on the formation of thermal and fuel NO_x.* XVII Symposium on Combustion — 1978, Leeds, England, p. 715—725.

[2] Zhang, Z., Ngendakumana, P. *An experimental investigation on the fuel oil atomization and NO_x formation.* În : Buletin Societe Chemique Belge, vol. 101, nr. 10, 1992, p. 893—899.

[3] Lucas, D. Brown, N. *Characterisation of the selective reduction of NO.* In : Combustion and Flame 47, 1992, 219—234.

[4] Zuo, B., Ngendakumana, P. *Polluant generation by combustion of oil burners.* În : Buletin Societe Chimique Belge, vol. 101, nr. 10, 1992, p. 859—869.

(Primit la 15 iulie 1993, acceptat la 11 octombrie 1993)

Manifestări tehnico-ştinţifice. Opinii

DEFINIŢIA ŞI CLASIFICAREA MANIFESTĂRILOR TEHNICO-ŞTIINŢIFICE ÎN PROCESUL INFORMĂRII DOCUMENTARE

În [1] s-au definit cîteva din principalele tipuri de manifestări (reuniuni) tehnico-ştiinţifice care se organizează, pe plan naţional şi/sau internaţional, în cadrul procesului informării documentare de specialitate.

Definiţiile adoptate sînt în concordanţă cu dicţionarele explicative ale limbii române, la care se adaugă punctul de vedere al autorului. Aceasta deoarece, deocamdată, cel puţin în România, nu există o definire oficială (sau cel puţin unanim acceptată) a acestor manifestări.

În acelaşi context [1], în cele ce urmează, ne vom referi la alte trei tipuri de manifestări tehnico-ştiinţifice a căror organizare a devenit frecventă, mai ales în ultimul timp, pe plan internaţional.

1. Colocviu

Semnificaţia cuvîntului colocviu, aşa cum o dau dicţionarele explicative ale limbii române, este aceea de convorbire (discuţie) şi reprezintă o formă de control periodic al cunoştinţelor studenţilor prin discuţii, lucrări de laborator, lucrări practice. Adoptat în nomenclatorul reuniunilor tehnico-ştiinţifice, colocviul reprezintă o întrunire a specialiştilor ce urmează a discuta pe bază de referate, rapoarte şi comunicări tehnico-ştiinţifice, o anume tematică bine delimitată.

Ceea ce caracterizează colocviu şi-l individualizează oarecum de alte tipuri de manifestări tehnico-ştiinţifice, este stricta delimitare a unei anume tematici pusă în discuţie.

2. Seminar

În mod obişnuit seminarul reprezintă tot o formă de activitate didactică în cadrul învăţămîntului superior, avînd drept scop fixarea şi adîncirea prin discuţii şi prin referate a cunoştinţelor transmise prin prelegeri sau însuşite prin studiu individual.

Adoptat în nomenclatorul manifestărilor tehnico-ştiinţifice, seminarul reprezintă o reuniune a specialiştilor dintr-un anumit domeniu, cu o tematică prestabilită şi care se desfăşoară după un anumit program.

Desfăşurarea seminariilor nu se deosebeşte de cea a simpozioanelor, aşa cum acestea din urmă se organizează la noi. În cadrul seminariilor se prezintă şi se discută, de regulă, referate. Nu sînt, însă, excluse comunicările tehnico-ştiinţifice.

3. Atelier

În accepţiunea Organizaţiei Naţiunilor Unite [2], atelierul este o reuniune la care referatele şi intervenţiile participanţilor se prezintă direct în şedinţă, într-un mod mai puţin formal. Prin aceasta se deosebeşte de seminar, unde lucrările se desfăşoară pe bază de referate şi de rapoarte generale de sinteză, anunţate şi difuzate în prealabil.

O astfel de manifestare tehnico-ştiinţifică, pînă nu demult puţin folosită în ţara noastră, are un puternic caracter practic, avînd rolul de a orienta o activitate spre atingerea unor parametri doriţi.

Cîteva considerații finale

Fără îndoială că tipurile de manifestări (reuniuni) tehnico-științifice nu se opresc la cele trecute în revistă aici și în [1]. Este necesar să adăugăm, credem, **dialogurile** organizate pe anumite teme și care pot căpăta alte denumiri decît cele amintite.

Este, de asemenea, posibil ca în viitor să mai apară și alte tipuri de manifestări tehnico-științifice, cu alte denumiri adoptate sau create. Esențial este faptul că aceste întruniri sînt necesare și utile, ele oferind prilejul cunoașterii preocupărilor specialiștilor în domenii comune sau înrudite de activitate, cu rol benefic în progresul continuu al perfecționării și cunoașterii.

Uneori astfel de manifestări se organizează în combinație cu expoziții sau concomitent cu saloane de invenții, tîrguri naționale ori internaționale etc.

Se realizează cu aceste prilejuri importante schimbări de opinii și idei, cunoașterea și recunoașterea între specialiști, care mai devreme sau mai tîrziu își dovedesc eficiența.

În ultimii ani, în țara noastră au avut loc numeroase manifestări tehnico-științifice de interes energetic. Nu comentăm aici cît de temeinic au fost organizate din punctul de vedere al fondului tehnico-științific, dar credem că trebuie să subliniem necesitatea difuzării materialelor prezentate.

Dincolo de nevoia informării documentare apare utilă și recunoașterea autenticilor specialiști și creatori. Din acest punct de vedere, opinia autorului acestor rînduri este că atît INID (Institutul Național de Informare Documentară din România), cît și OSIM (Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci) ar trebui să emită o clasificare a manifestărilor tehnico-științifice, o ierarhizare a acestora, unanim recunoscută în țară.

În acest context, pe baza experienței altor țări, avansate din acest punct de vedere, s-ar putea pune problema stabilirii și apărării paternității producțiilor spirituale ale specialiștilor (altele decît invențiile).

Desigur toate acestea sînt puncte de vedere care ar putea incita o dezbatere mai amplă în legătură cu tematica abordată. Aceasta, evident, în măsura în care tematica în cauză prezintă interes pentru cititori.

BIBLIOGRAFIE

[1] Sfichi, R. *Definirea manifestărilor tehnico-științifice în procesul informării documentare de specialitate.* În ENERGETICA, seria A, nr. 4/1993, pag. 173—174.

[2] Manolescu, G. *Atelierul internațional al Comisiei energetice europene — ONU — privind „relațiile furnizor-consumator de energie electrică" (București, 19—29 octombrie 1992).* În: ENERGETICA, seria B, nr. 3/1993, pag. 144—145.

Ing. ROMULUS SFICHI
F.R.E. Suceava

ÎNCHEIEREA PLANULUI DE AMENAJARE A CURSULUI SUPERIOR AL IALOMIȚEI PRIN REALIZAREA C.H.E. BOLBOCI–SCROPOASA

1. Istoric

Scurtul istoric care urmează prezintă împrejurările care au dus la realizarea acestei amenajări, interesantă prin întîietate în lucrările hidroenergetice din România.

Ialomița Superioară este cursul de apă care a suscitat interes cu mult înaintea altor rîuri și de aceea a determinat efectuarea de măsurători și studii hidrotehnice încă de la sfîrșitul secolului trecut, mai întîi în vederea captării de apă potabilă și apoi în scop energetic. Acțiuni de prospectare au fost desfășurate succesiv de următoarele instituții și întreprinderi prin inginerii menționați : Primăria Municipiului București (inginer inspector general ELIE RADU), Societatea LAHMEYER din Frankfurt (la îndemnul Regelui CAROL I, care era preocupat de dezvoltarea Văii Prahova), Fabrica de hîrtie Bușteni (inginer S. DACHLER — Sibiu), Direcția C.F.R. (inginer I.S. GHEORGHIU), Societatea ELECTRICA (inginer CRISTEA MATEESCU), Uzinele Comunale București — U.C.B. și Societatea Generală de Gaz și de Electricitate din București — S.G.G.E.

Decizia fermă de amenajare a cursului superior al Ialomiței a fost luată de Primăria Municipiului București, primar fiind dr. I. Costinescu, în scopul creării de surse de energie electrică pentru capitală. Ca urmare, în baza legii energiei din 1924, a fost emis Jurnalul Consiliului de Miniștri nr. 1 720 din 13 iunie 1925, prin care s-a rezervat Primăriei Municipiului București „dreptul de utilizare a căderilor de apă din bazinul superior al Ialomiței, între Cheile Tătarului și confluența cu Ialomicioara, la Pucheni". Pe acest sector, în lungime de circa 10 km, Ialomița coboară aproximativ 700 m, avînd un potențial de circa 2000 kW/km.

În baza dreptului dobîndit, Primăria a încredințat organizarea activității tehnice, privind amenajarea Ialomiței, Uzinelor Comunale București (U.C.B.),care au colaborat cu Societatea Generală de Gaz și de Electricitate din București (S.G.G.E.), pînă ce aceasta a devenit titulara acțiunii. Conducător al activității a fost numit inginerul Ion Ștefănescu — Radu, cel dintîi profesor de centrale electrice al Școlii Politehnice din București și director tehnic al S.G.G.E.Sub responsabilitatea sa s-a elaborat proiectul general de amenajare a cursului superior al Ialomiței, care a fost înaintat, la 20 iunie 1927, Direcției Energiei din Ministerul Industriei, pentru acordarea concesiunii definitive a construirii și exploatării centralelor hidroelectrice de pe sectorul menționat.

2. Proiectul general inițial din 1927

A fost primul document tehnic elaborat în România pe baza căruia s-a întreprins amenajarea unui sector al unui rîu principal, cu o putere importantă (acum 70 de ani, cînd nu existau institute de proiectare și nici experiență în asemenea lucrări).

Proiectul s-a bazat pe cercetările și studiile efectuate de Primăria Municipiului București, Societatea LAHMEYER, Direcția C.F.R. și specialistul elvețian MOLL, adus în țară în acest scop, prelucrate la U.C.B. și S.G.G.E.

Acest document a implicat o mare responsabilitate, doarece pe baza lui s-au contractat lucrările cu un consorțiu de finanțare străină. Măsurătorile și cercetările de teren, sumare, au fost suplinite de studii care au condus la o concepție generală a amenajării cu totul satisfăcătoare. Proiectele de execuție au păstrat neschimbată structura planului inițial pe care o sintetizăm mai jos :

Soluțiile tehnice au fost determinate de configurația cursului Ialomiței. Pe parcursul de la izvoare pînă la confluența cu Ialomicioara albia rîului are lățimi variabile, trecînd de la cîteva sute de metri la defileuri foarte înguste, unele de circa 10 m, purtînd numele de chei : ale Tătarului, Cheile Mici Zănoga, Cheile Mari Zănoaga, Cheile Orzea și Cheile Gîlma. Cheile indicau posibilitățile de amplasare de baraje, iar în amontele unora se prezentau zone favorabile acumulărilor, cea mai mare în amonte de Cheile Mari Zănoaga, unde se desfășoară cuveta Bolboci.

În proiectul elaborat s-au prevăzut : o utilizare integrală a sectorului între Cheile Tătarului și confluența Ialomița cu pîrîul Gîlma în trei trepte succesive, I, II și III din

Tabelul 1

Caracteristicile centralelor hidroelectrice de pe cursul superior al Ialomiței

Centrala Perioada de construcție	$\frac{H_{brut}}{H_{net}}$	$\frac{Q_m}{Q_i}$ [m³/s]	Cotele captării / restituiri [m]	Volumul acumulării: Total / Util [mil. m³]	Numărul grupurilor / Puterea unitară [MW]	Puterea totală [MW]	Riul	Producția anuală medie [GWh/an]
1. Dobrești 1928—1930	304,0 285,0	3,125 7,000	1197,50 Ialomița 1206,35 Brătei 888,00	0,556 0,552	4 Pelton 4,1	16	Ialomița și afluent Brăteiu	60
2. Moroeni 1949—1959	233,2 213,6	4,100 8,500	890,20 656,00	0,040 0,040	2 Pelton 8	15,3	Ialomița și afluenții Rătei și Raciu	54
3. Scropoasa 1978—1988	237,5 218,0	1,280 6,200	1435,00 1197,50	19,600 18,000	2 Francis 6	12	Ialomița și afluenții Oboarele Dichiu	22 (30)*

* Inclusiv sporul de energie de la CHE din aval : Dobrești și Moroeni

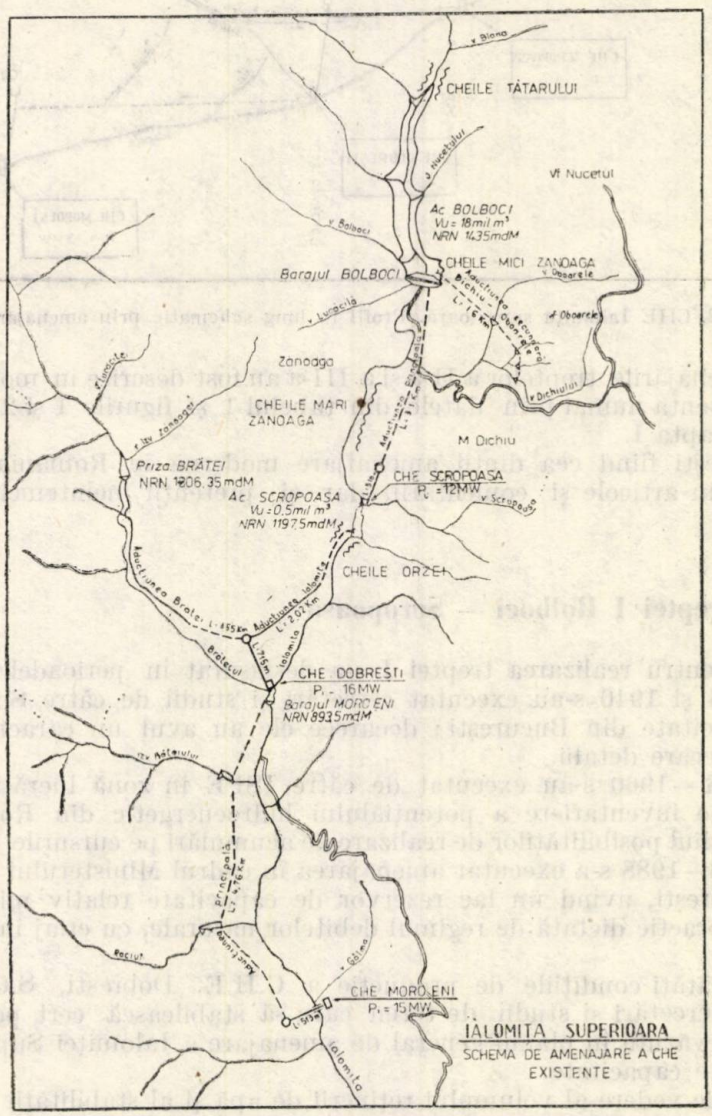


Fig. 1. Ialomița superioară. Schema de amenajare a CHE existente.

amonte spre aval, un lac de acumulare de mare capacitate la inceputul treptei I, un lac de acumulare pentru regularizare săptămînală a debitului la începutul treptei a II-a, restricții cu privire la înălțimea reținerilor de apă de la treptele I și II, datorită prezenței formațiunilor geologice din calcar tectonic, treapta a III-a pe firul apei.

Deoarece treapta a II-a prezintă avantajul obținerii celei mai mari puteri și producții de energie electrică, s-a stabilit începerea amenajării cu treapta a II-a, urmată de a treia și în final treapta I, ordine care a fost realizată astfel: treapta III — 1928-1930; treapta II—1949-1959 și treapta I—1979-1988.

Treapta a II-a Scropoasa—Dobrești a fost executată sub responsabilitatea tehnică a S.G.G.E., pentru treapta a III-a proiectarea a fost începută de S.G.G.E. și continuată de ISPE, iar treapta I — Cheile Tătarului — Scropoasa a fost proiectată de ISPH, dar a fost precedată de cercetări și studii efectuate de S.G.G.E. și ISPE.

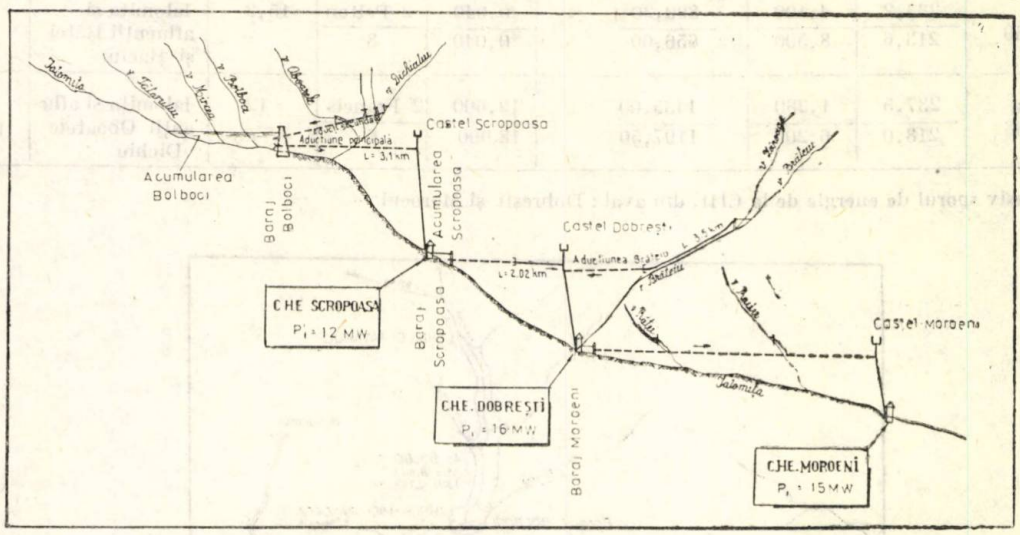


Fig. 2. CHE Ialomița superioară. Profil în lung schematic prin amenajare.

Deoarece amenajările treptelor a II-a și a III-a au fost descrise în monografii publicate, ne limităm a le prezenta numai prin datele din tabelul 1 și figurile 1 și 2 și vom continua detaliat numai cu treapta I.

C.H.E. Dobrești fiind cea dintîi amenafjare modernă în România a stîrnit interes tehnic, manifestat prin articole și comentarii, dar și pretenții neîntemeiate de autori la această realizare.

3. Amenajarea treptei I Bolboci — Scropoasa

Activitatea pentru realizarea treptei I s-a desfășurat în perioadele:

— Între 1934 și 1940 s-au executat cercetări și studii de către Societatea Generală de Gaz și de Electricitate din București; deoarece ele au avut un caracter de întîietate le vom prezenta cu oarecare detalii.

— Între 1956 —1960 s-au executat de către ISPE în zonă lucrări de prospecțiuni, în cadrul studiilor de inventariere a potențialului hidroenergetic din România (acțiune în care se includea și studiul posibilităților de realizare de acumulări pe cursurile de apă interioare)

— Între 1978—1988 s-a executat amenajarea în cadrul Ministerului Energiei Electrice.

Centrala Dobrești, avînd un lac rezervor de capacitate relativ mică, producerea de energie electrică era practic dictată de regimul debitelor naturale, cu etiaj în lunile decembrie, ianuarie și februarie.

Spre a îmbunătăți condițiile de producție a C.H.E. Dobrești, S.G.G.E. a decis în 1934 să întreprindă cercetări și studii de teren care să stabilească cert posibilitățile de executare a treptei I, prevăzută în planul general de amenajare a Ialomiței Superioare, cu un lac de acumulare de mare capacitate.

Din punctul de vedere al volumului reținerii de apă și al stabilității unui baraj soluția cea mai avantajioasă era de a-l amplasa la intrarea în Cheile Mari Zănoaga.

În amonte, formațiunile geologice sînt următoarele : aluviuni recente, gresii și conglomerate vraconiene, calcare tectonice, gresii și conglomerate doggeriene și știsturi cristaline. Dintre acestea, calcarul prezintă pericole de permeabilitate, iar siguranță deplină șisturile cristaline.

Studii geologice corespunzătoare au fost efectuate de geologii români G. Murgeanu și D. Preda, pe baza cărora s-au pronunțat specialiștii străini din Elveția, M. Lugeon și H. Grunner. Ei au semnalat posibilitatea unor pierderi importante de apă prin calcar, totuși față de avantajele amenajării preconizate s-a decis continuarea cercetărilor pentru elucidări mai complete, și anume prin cercetări hidrogeologice și prin sondaje de mare adîncime pînă la șisturile cristaline. Cercetările hidrologice se refereau la urmărirea existenței de ape subterane provenite din cursul Ialomiței. Ele au constat în măsurători de debite și încercări de identificare prin coloranți, fluoresceină și clorură de metal.

Executarea de foraje avea drept scop precizarea structurilor în subteran. Ele au fost executate de o întreprindere românească, dar pentru interpretarea rezultatelor și proiectarea eventualelor ecrane de etașare S.G.G.E. a fost angajată întreprinderea de specialitate RODIO din Paris.

Forajele s-au executat cu echipamente sistem rotativ, cu prelevare continuă a probelor (carote) și cu pompare de apă din cînd în cînd spre a se stabili gradul de permeabilitate al straturilor. Adîncimile de forare au fost de 108,50 m; 167,20 m; 204,75 m; 267,80 m; 271,30 m și 308,40 m și pe aceste adîncimi s-au stabilit profile geologice și pierderile de apă; totalitatea forajelor lucrării definitive s-a ridicat la aproximativ 54 300 m.

Concomitent s-au executat cercetări asupra permeabilității straturilor folosindu-se fluoresceină.

Din proiectul elaborat, cel dintîi în România, rezultă că etanșarea lacului Bolboci, realizat printr-un baraj în Cheile Mari Zănoaga, ar fi costat aproximativ îndoitul lucrărilor de construcție a barajului, ceea ce înseamnă o soluție prohibitivă.

Vederi mai optimiste se puteau exprima pentru construirea unui baraj la Cheile Mici Zănoaga, deoarece acolo contactul cu calcarul era mai redus, dar reținerea de apă ar fi avut un volum mult mai mic.

În aceste condiții, S.G.G.E. a considerat că trebuie să se renunțe la realizarea C.H.E. Bolboci—Scropoasa, cu baraj în Cheile Mari și, avînd în vedere necesitatea unei surse importante de energie electrică, s-a luat hotărîrea de a studia cursul superior al rîului Argeș.

4. Centrala hidroelectrică Bolboci — Scropoasa

Necesitatea satisfacerii consumurilor de apă potabilă și industrială, în permanentă creștere în Municipiul Tîrgoviște și localitățile amonte, Doicești, Fieni și Pucioasa, au determinat să se ia din nou în considerare realizarea unei acumulări pe rîul Ialomița superioară.

Pentru a se determina condițiile geologice și hidrogeologice de realizare a unei acumulări în bazinetul Bolboci, ISPE a reluat, în perioada 1956—1960, lucrările întreprinse anterior de Societatea RODIO, constînd din cartări geologice, puțuri și galerii, urmărirea scurgerii subterane prin introducere de fluoresceină în puțuri etc. Aceste lucrări de prospecțiuni executate sub îndrumarea geologului E. Jekelius au confirmat concluziile din cercetările anterioare, că geologic și hidrogeologic este posibilă realizarea unei acumulări mari la Bolboci cu barajul amplasat în Cheile Mici Zănoaga.

Realizarea acumulării Bolboci, în bazinetul cu același nume, a necesitat și construirea C.H.E. Bolboci — Scropoasa, care să folosească căderea creată între nivelul de retenție normală a acumulării Bolboci (1 435 mdM) și cota debușării 1 195,5 mdM, corespunzătoare nivelului de retenție normal al lacului Scropoasa, pentru valorificarea energetică a debitelor regularizate.

Rîul Ialomița dispune pe această zonă de un potențial liniar relativ ridicat de circa 2 350 kW/km, însumînd un potențial total de circa 8 250 kW.

Această amenajare se află geologic într-o zonă cu roci cretacice (conglomerate de Bucegi, șisturi argiloase în alternanță cu gresii calcaroase și cu bancuri) și jurasice (calcare masive — zaharoide și albe — cafenii stratificate, care pe alocuri prezintă fenomene carstice).

Hidrogeologic, calcarele masive și gresiile creatice au permeabilitate redusă. Masivele de gresii și falii creează un ecran impermeabil în calea infiltrațiilor care circulă gravitațional prin fisurile din versant, obligînd ieșirea acestora la suprafață sub formă de izbucuri, în zona de contact, de exemplu „Cele Șapte Izvoare" de pe interfluviul Ialomița — V. Scropoasa de la coada lacului Scropoasa.

Barajul Bolboci este amplasat în Cheile Mici Zănoaga, în aval de confluența cu pîrîul Bolboci și a fost construit din materiale locale (calcar cristalin adus dintr-o carieră situată la circa 1,7 km în amonte de baraj). Barajul are paramentul amonte egal cu cel aval (care are și două berme de cîte 4 m lățime) de 1 : 1,3. Etanșeitatea acumulării este asigurată de masca amonte de beton armat și două rînduri de voal de injecții de circa 40 m adîncime executate din galeria vetrei amonte. Descărcarea apelor maxime se face prin descărcătorul lateral din beton, construit din canal colector, continuat în aval de un canal rapid cu debușare în trambulină pentru un debit maxim de 635 m /s.

Înălțimea maximă a barajului este de 55 m și are o lungime la coronament de circa 455 m, lățimea coronamentului fiind de 10 m. Pentru realizarea barajului au fost necesari circa 27 000 m^3 betoane și circa 1 020 000 m^3 anrocamente.

Acumularea Bolboci are un volum brut de 19,6 milioane m^3, din care volumul util de circa 18 milioane m^3, cu nivelul retenției normale la 1 435 mdM și nivelul minim de exploatare 1 403 mdM. Coada lacului, la nivelul retenției normale, se întinde pînă la zona confluenței cu pîrîul Tătarului, în amonte cu cîteva sute de metri.

La baraj, rîul Ialomița are un bazin de recepție de 54 km^3, debitul mediu multianual (perioada de 35 ani : 1939 —1973) este de circa 1,2 m^3/s. În cadrul schemei de amenajare a CHE Scropoasa mai sînt captați doi afluenți : valea Oboarele și valea Dichiului cu debite medii multianuale în punctele de captare de 0,045, respectiv 0,051 m^3/s, debitul mediu captat fiind de circa 0,08 m^3/s. În acest caz debitul mediu în acumulare este de circa 1,28 m^3/s, adică un volum afluent într-un an mediu de circa 40,4 milioane m^3, care raportat la un volum util al acumulării este de 0,46, coeficient care indică gradul de regularizare anual.

Aducțiunea de la baraj la centrală este în tunel, în lungime de circa 3,1 km (pînă la castelul de echilibru) cu un diametru interior de 2,00 m și căptușit cu grosimi variabile de beton armat de circa 20.....30 cm grosime, în funcție de formațiunile geologice prin care trece. Debitele din V. Dichiului și V. Oboarele sînt captate și conduse în acumularea Bolboci printr-o derivație secundară în tunel cu o lungime de circa 1,6 km și cu un diametru interior de 2,50 m.

Aducțiunea principală pe sectorul Bolboci —V. Dichiului, precum și captările și derivația secundă Dichiu — Oboarele se află geologic în conglomerate de Bucegi, șisturi argiloase în alternanță cu gresii calcaroase dispuse în bancuri. Restul aducțiunii principale, precum și nodul de presiune se află în calcare jurasice stratificate.

Nodul de presiune, constituit din castelul de echilibru, casa vanelor și conducta forțată lungă de 510 m, realizată din trei tronsoane cu diametrul cuprins între 1,30 și 1,60 m și centrala subterană, se află amplasat pe interfluviul Ialomiței cu V. Scropoasa. Pe acest interfluviu, puțin în amonte de lacul Scropoasa, se află situate, de o parte și de alta a amplasamentului conductei forțate, două izvoare mai importante de natură carstică, care izbucnesc aproximativ la cota 1 250 mdM, Izvorul Dichiu situat la dreapta conductei forțate avînd un debit modul de 0,2 m^3/s și Izvorul Scropoasa cunoscut sub denumirea de „Șapte Izvoare" cu un modul de circa 0,3 m^3/s. Aceste izvoare nu au fost incluse în schema de amenajare hidroenergetică, constituind monumente ale naturii.

Centrala de tip suprateran, situată la coada lacului Scropoasa, este echipată cu două grupuri Francis. Debitul instalat este de 6,2 m^3/s, căderea brută de 237,5 m. Centrala, cu puterea instalată de 12 MW, produce o energie medie anuală de 22 GWh, cu o durată medie a puterii instalate de 1 840 ore/an.

Din această producție, 14,3 GWh/an reprezintă energie de vîrf; 7,45 GWh/an de semivîrf, iar 0,25 GWh/an energie de bază.

Concluzii

Exploatarea acumulării Bolboci, din cadrul acestei scheme, este subordonată în cea mai mare parte folosințelor de apă potabilă și industrială din aval. Această amenajare, prin realizarea ei, determină și o îmbunătățire a caracteristicilor energetice ale acelor două centrale din aval, Dobrești și Moroeni, obținîndu-se un spor de producție de energie de circa 8 GWh/an.

Economia de combustibil realizată în centralele termoelectrice în urma exploatării CHE Scropoasa este de aproximativ 11 300 tc.c/an. Dacă se ține seama și de efectul acumulării Bolboci asupra centralelor din aval, economia de combustibil ajunge la circa 15 400 tc.c/an.

BIBLIOGRAFIE

[1] Elie, R. *Alimentarea cu apă a capitalei, 1902.*
[2] Mateescu, C. *Amenajarea rațională a Ialomiței superioare,* În: Buletinul IRE 9/1927
[3] Ștefănescu — Radu, I. *Căderile de apă de pe riul Ialomița și alimentarea orașului București cu energie electrică.*
[4] XXX Ialomița — *Societé Anonime Roumaine pour force et lumière électrique,* iulie 1930.
[5] Mateescu, C. *Căderile Ialomiței.* În: Buletinul AGIR 2/1931
[6] Ștefănescu — Radu. I. *Căderile de apă de pe riul Ialomița și alimentarea orașului București cu energie electrică. Un răspuns.* În: Buletinul AGIR 4/1931
[7] Ștefănescu — Radu, I. Cartianu P. *Amenajarea căderilor de apă din bazinul superior al riului Ialomița.* În: Buletinul Scoiii Politehnice, mai 1934.
[8] Ștefănescu — Radu, I. și Cartianu P. *Amenajarea căderilor de apă din bazinul superior al riului Ialomița. Căderea Dobrești.* În: Buletinul IRE VI/1935.
[9] Caranfil N. și Cartianu P. *Baraje în calcare. Rezervorul Bolboci.* În: Buletinul IRE 219/1940
[10] Ghitta, A. *Exploatarea și întreținerea Uzinei Hidroelectrice Dobrești.* În: Bul. APDE, aprilie— iunie, 1942.
[11] Mateescu, C. și Sipiceanu, M. *Uzina hidroelectrică Moroeni.* În: Energetica, nr. 12. 1960.
[12] Cartianu, P. Bogdan, S. și Ghitta, A. *Dobrești — Ialomița și linia electrică de 110 kV Dobrești — București la jumătate de secol.* În: Energetica, nr. 12/1980.
[13] XXX I.S.P.H. *Lucrări de studii și proiectare legate de amenajarea acumulării Bolboci și CHE Scropoasa.*

ing. PAUL CARTIANU
ing. SPIRIDON DUMITRU
ISPH

Manifestări tehnico-științiftce

REUNIUNEA CEE-ONU PRIVIND EFICIENȚA ENERGETICĂ ȘI TRANZIȚIA ECONOMICĂ ÎN EUROPA CENTRALĂ ȘI DE RĂSĂRIT

Paris, 25—28 mai 1993

I. Obiectul reuniunii

În cadrul CEE-ONU s-a inițiat, încă din anii trecuți, o activitate de transfer a informațiilor privind procesele de eficiență energetică ridicată din țările vest-europene spre cele în tranziție din centrul și estul Europei. În acest context, s-a lansat programul „Eficiență energetică — 2000" care prevedea reducerea la jumătate a decalajului de intensitate energetică între Vestul și Estul Europei, pînă în anul 2000.

Printre acțiunile inițiate de CEE-ONU în cadrul acestui proiect se menționează și reuniunea de la Paris intitulată „Colocviu privind eficiența energetică și tranziția economică în țările din Europa centrală și de răsărit", care a avut loc în intervalul 25—28 mai 1993.

II. Organizare și participare

Reuniunea a fost organizată de CEE-ONU în cadrul proiectului „Eficiența energetică — 2000" prin organizația franceză ADEME (Asociația pentru mediu și utilizarea energiei).

Rapoartele prezentate la această reuniune au fost organizate pe următoarele grupe:

I. Politici naționale în economia de tranziție
II. Tranziția economică în sectoarele de consum energetic
II.1. Industrie și agroindustrie
II.2. Gestiune urbană
II.3. Zone de demonstrație a eficienței energetice
III. Finanțarea eficienței energetice
IV. Organizarea acțiunilor de tranziție — Necesități și decizii

Lucrările din fiecare secție s-au desfășurat pe baza unui raport general și a unor rapoarte de sinteză. România a prezentat patru rapoarte naționale și un raport general (secția II.1).

La reuniune au participat personalități din energetica franceză, reprezentanți ai CEE-ONU, din partea unor organizații internaționale (BERD, AIE, OECD, CCE) și specialiști din 29 țări. În total la reuniune au participat 120 de specialiști.

III. Principalele concluzii rezultate

• Toate țările din Europa centrală și de răsărit se află în situație de tranziție. Această tranziție se datorește adaptării la noile cerințe ale economiei de piață, prin anularea vechilor principii de organizare a economiilor naționale (pe criterii de centralizare excesivă).

• Datorită vechilor tehnologii și unei organizări neeficiente în aceste țări intensitatea energetică (consum de combustibil pe venit) este de circa trei ori mai mare decît în țările din vest.

• În mod similar se remarcă și o rămînere în urmă a nivelului de cunoștințe ale personalului care a avut de a face numai cu tehnologii depășite.

• Adaptarea la noile cerințe ale economiei de piață nu se face numai prin reorganizarea legăturilor economice la diferite niveluri și chiar prin restructurarea economiei naționale pentru a-i crește eficiența. Un exemplu, în acest sens, îl constituie limitarea, practic în toate țările, a producerii de bunuri energointensive (oțel, fontă, mase plastice etc.).

• În paralel, se semnalează acțiuni în diferite domenii de activitate (industrie, comerț, municipalitate etc.) și la diferite niveluri ale desfășurării producției (conducere, activitate tehnologică etc.), inițierea și chiar implementarea de măsuri destinate creșterii eficienței energetice.

• Este de remarcat faptul că măsurile de creștere a eficienței energetice sînt strîns legate de situația globală a economiei naționale, precum și de o serie de efecte sociale cu care ele trebuie să se coreleze (de exemplu reducerea producției de bunuri energointensive pune probleme sociale prin disponibilizarea unei forțe de muncă, iar retehnologizarea unor fabrici, pentru a crește eficiența economică și energetică, reclamă un capital inițial de care, cel mai adesea, nu se dispune).

• Implementarea unor noi tehnologii, mai eficiente din punct de vedere energetic, nu trebuie considerată ca un scop în sine, ci trebuie raportată, economic și energetic, la situația locală. În acest sens se semnalează necesitatea unor criterii și metodologii, preferabil unice, pentru estimarea oportunității implementării unor soluții.

• Măsurile de creștere a eficienței energetice trebuie corelate și cu politica generală de producție a mediului, mai ales că pot exista soluții cu efecte antagoniste.

• Una din pîrghiile de mare eficiență în creșterea eficienței economice și, implicit, a celei energetice, o constituie crearea unui nou cadru legislativ. Aceasta impune o reconsiderare a vechilor principii de colaborare, reconsiderare ce afectează și concepția de management.

• Un rol deosebit în implementarea unor noi soluții de eficiență sporită îl pot avea agențiile naționale de conservare a energiei, care se ocupă, la nivel național, exclusiv de aceste probleme.

• Ridicarea nivelului de cunoștințe ale personalului, pentru a putea folosi noile tehnologii, constituie o pîrghie importantă în creșterea eficienței energetice.

• Aplicarea acestor principii pe anumite zone de eficiență sau la nivelul unei municipalități, necesită o coordonare foarte riguroasă cu toate sectoarele participante sau potențial interesate în creșterea eficienței energetice, cum ar fi : construcția de locuințe pentru realizarea de case cu pierderi reduse, dispunerea în cadrul natural pentru o încadrare în mediu și valorificarea maximă, a căldurii solare, organizarea unor sisteme de încălzit pe zonă (termoficare) etc.

• Un rol deosebit în creșterea eficienței energetice revine surselor noi, care trebuie implementate numai în funcție de eficiența reală. În acest sens, Grecia a anunțat că în anul 2000, prin biomasă-alcool, consumul de hidrocarburi se va reduce cu 10%.

• De asemenea, s-a evidențiat rolul încurajator al unei politici tarifare în domeniul energiei care trebuie să aibă două fațete (penalizări și bonificații). În general, tarifele trebuie să fie flexibile, să reprezinte un compromis optim între interesele furnizorului și ale consumatorului de energie.

• În sfîrșit, un punct important și, de regulă, neglijat în prezent în țările cu economie în tranziție, îl constituie educația publicului, care, conștientizat, poate contribui sensibil la utilizarea eficientă a energiei (reduceri de pînă la 10—20%).

• Rolul organizațiilor și al manifestărilor internaționale de a facilita schimburile directe de informații a fost, de asemenea, subliniat.

* * *

În concluzie, s-a apreciat că prin măsurile de mai sus, ușor de implementat, fără investiții de mari capitaluri, se pot obține reduceri de consum de minimum 30%.

dr. ing. GEORGE MANOLESCU
ISPE

CONTENTS

Interview with Mr. VICTOR VAIDA, RENEL 's president 3—8

TRENDS IN ENERGY POLITICY

GABRIEL POENARU, CONSTANTIN POPESCU, GEORGETA STĂNCIULESCU: Safety of the national energy resources 9—13

THERMAL POWER PLANTS

STOIAN PETRESCU, ROXANA IORDACHE, GEORGE STĂNESCU: The first principle of the thermodynamics for closed systems taking into consideration the irreversibility generated by the finished speed of the piston, lamination, piston-cylinder friction 14—20

MIRCEA CÂRDU: Options on the construction of units using low power steam turbines 21—27

HYDROPOWER PLANTS

VALERIU BOGAN: Harnessing the Romanian hydropower potential over a medium term 28—30

ENVIRONMENTAL PROTECTION

NICOLAE ANTONESCU: Reduction of NO_x emissions by the control of the burning temperature 31—36

OPINIONS

ROMULUS SFICHI: Defining and classifying the technical and scientifical events in the process of documentary information 36—37

THE HISTORY OF ELECTRIFICATION

PAUL CARTIANU, DUMITRU SPIRIDON: Completion of the harnessing plan of Ialomița upper river by the construction of Bolboci -Scropoasa hydropower station 38—44

INTERNATIONAL EVENTS

GEORGE MĂNOLESCU: EEC-UN meeting on energy efficiency and economical transition in Central and Eastern Europe — Paris, May 25—28 1993 44—45

ENERGY WORLDWIDE

IONEL CHIRIȚĂ: Operational, tactic and strategic issues in the nuclear energetics 13

INFORMATION 8

INHALT

Interview mit Herrn VICTOR VAIDA, President der Rumanischen Elektrizitätsbehörde, RENEL 3—8

RICHTUNGEN IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

GABRIEL POENARU, CONSTANTIN POPESCU, GEORGETA STĂNCIULESCU: Die Zuverlässigkeit der nationalen Energieresourcen 9—13

WARMEKRAFTWERKE

STOIAN PETERSCU, ROXANA IORDACHE, GEORGE STĂNESCU: Der erste Grundsatz der Thermodynamik für geschlossene Systeme unter Beachtung der Irreversibilität hervorgerufen von der Endgeschwindigkeit des Kolbens, Abdrosselung, Reibung des Zylinderkolbens 14—20

MIRCEA CÂRDU: Optionen betreffend den Bau von Turboaggregaten mit kleinen Dampfturbinen 21—27

WASSERKRAFTWERKE

VALERIU BOGAN: Mittelfristige Einrichtung des Wasserkraftpotentials Rumäniens 28—30

UMVELTSCHUTZ

NICOLAE ANTONESCU: NO_x — Emissionsreduzierung mit der Hilfe von den Verbrennungstemperatur Kontrol 31—36

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN. MEINUNGEN

ROMULUS SFICHI: Definition und Klassifizierung wissenschaftlich-technischer Veranstaltungen im dokumentarischen Informationsprozess 36—37

AUS DER GESCHICHTE DER EINFUHRUNG DER ELEKTRIZITÄT

PAUL CARTIANU, DUMITRU SPIRIDON: Beendung des Einrichtungsplans des Ialomița-Oberlaufs durch die Errichtung des Wasserkraftwerks Bolboci-Scropoasa 38—44

INTERNATIONALE WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

GEORGE MANOLESCU: Zusammenkunft der Europäischen Wirtschaftskomission der UNO betreffend die Energieeffizienz und den Wirtschaftlichen Übergang in Zentral — und Osteuropa — Paris, 25—28 Mai 1993 44—45

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT WELTWEIT

IONEL CHIRIȚĂ: Taktische und strategische Operationsprobleme in der Kernenergiewirtschaft 13

INFORMATIONEN 8

SOMMAIRE

Interview du Mr. VICTOR VAIDA, président de la RENEL 3—8

ORIENTATION DES POLITIQUES ENERGETIQUES

GABRIEL POENARU, CONSTANTIN POPESCU, GEORGETA STĂNCIULESCU : La sécurité des ressources d'énergie nationales 9—13

CENTRALES THERMIQUES

STOIAN PETRESCU, ROXANA IORDACHE, GEORGE STĂNESCU : Le premier principe de la thermodynamique pour les systèmes ouverts en prenant en compte l'irréversibilité générée par la vitesse finie du piston, par le laminage et par le frottement piston-cylindre 14—20

MIRCEA CÂRDU : Options sur la construction des turboagrégats à turbines à vapeur de faible puissance 21—27

CENTRALES HYDRAULIQUES

VALERIU BOGAN : L'aménagement du potential hydro-énergétique de la Roumaine à moyen terme 28—30

ENVIRONNEMENT

NICOLAE ANTONESCU : La réduction des émissions d'oxydes d'azote par le contrôle de la température de combustion 31—36

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES. OPINIONS

ROMULUS SFICHI : La définition et la classification des manifestations techniques scientifiques dans le processus de l'information documentaire 36—37

L'HISTOIRE DE L'ÉLECTRICITÉ

PAUL CARTIANU, DUMITRU SPIRIDON : L'achèvement du plan d'aménagement du cours supérieur de la rivière Ialomița par la construction de la centrale hydraulique Bolboci-Scropoasa 38—44

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES INTERNATIONALES

GEORGE MANOLESCU : La Réunion de la CEE-ONU sur l'efficacité énergétique et la transition économique dans l'Europe centrale et de l'est, Paris, 25—28 mai 1993 44—45

L'ENERGIE DANS LE MONDE

IONEL CHIRIȚĂ : Problèmes opérationnels de tactique et stratégie dans le nucléaire 13

INFORMATIONS 8

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТЕРВЬЮ Г-НА ВИКТОР ВАИДА, ПРЕДСЕДАТЕЛЯ РЕНЭЛ 3—8

НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

ГАБРИЕЛ ПОЕНАРУ, КОНСТАНТИН ПОПЕСКУ, ДЖЕОРДЖЕТА СТЭНЧУЛЕСКУ: Безопасность национальных энергетических ресурсов 9—13

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

СТОЯН ПЕТРЕСКУ, РОКСАНА ИОРДАКЕ, ДЖЕОРДЖЕ СТЭНЕСКУ: I-й принцип термодинамики для замкнутых систем с учетом необратимости, генерируемой конечной скоростью поршня, прокаткой, трением поршня-цилиндра 14—20

МИРЧА КЫРДУ: Выборы при исполнении турбоагрегатов с паровыми турбинами небольшой мощности 21—27

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ВАЛЕРЮ БОГАН: Освоение гидроэнергетического потенциала Румынии на средний срок 28—30

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

НИКОЛАЕ АНТОНЕСКУ: Снижение выбросов NOx путем контроля температуры сжигания 31—36

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ. МНЕНИЯ

ГОМУЛУС ШФИКИ: Определение и классификация научно-технических мероприятий в процессе документального информирования 36—37

ИЗ ИСТОРИИ ЭНЕРГЕТИКИ

ПАУЛ КАРТИАНУ, ДУМИТРУ СПИРИДОН: Заключение плана освоения верхнего течения реки Яломицы путем сооружения ГЭС Болбоч-Скропоаса 38—44

МЕЖДУНАРОДНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОТ ЭКЕ—ООН

ДЖЕОРДЖЕ МАНОЛЕСКУ: Собрание ЭКЕ-ООН по энергетической эффективности и экономическому переходу в Центральной и Восточной Европе, Париж, 25—28 мая 1993 г. 44—45

ИЗ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ИОНЕЛ КИРИЦЭ: Операционные, тактические и стратегические вопросы в ядерной энергетике 13

ИНФОРМАЦИЯ 8

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR ORSZÁGOS KÖZPONTI MŰSZAKI ÉS 1883

A N U N Ț

În anul 1994 prețul abonamentelor la revista ENERGETICA va fi diferențiat pe categorii de abonați, astfel:

— abonamente întreprinderi și instituții, seriile A și B (12 numere/an) 19.200 lei

— abonamente individuale:

	salariați	pensionari	studenți*
• ambele serii	9 600	4 800	1200
• o serie (A sau B)	5 000	2 500	700

Contravaloarea abonamentelor va fi achitată prin dispoziție de plată sau mandat poștal în contul ICEMENERG nr. 30.11.8.01.01 — BCR, filiala sector 3, București, cu mențiunea *„Pentru revista ENERGETICA"*, urmînd ca redacției să i se comunice numărul de abonamente solicitate, seria dorită, adresa exactă a abonatului, precum nr. și data dispoziției de plată sau mandatului poștal cu care s-a(s-au) achitat abonamentul(ele).

Tarifele indicate mai sus sînt valabile pentru comenzile efectuate pînă la data de 31 martie 1994.

Eventualele indexări vor fi comunicate în timp util.

---

* Studenții se pot abona pe bază de liste colective, trimise prin rectoratele și decanatele de care aparțin, cu un tarif preferențial.

Filiala

ENERGOREPARAȚII

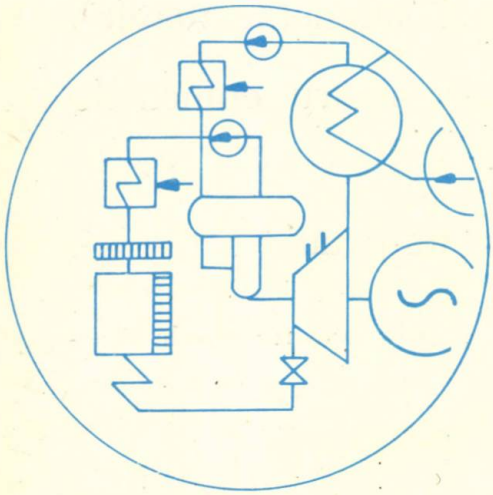
BUCUREȘTI - România, B-dul Energeticienilor 13-15, sect. 3, cod 74568;
tel: 322.50.64; telex: 10635; fax: 321.56.90, 322.18.80
UPSSRAE **BRAȘOV** – str. Zizinului, nr. 23; fax: 092 18.66.94; tel: 092 13.46.23
UPSSAE **CÂMPINA** – str. Ecaterina Teodoroiu, nr. 13; fax: 097 333.853; tel: 097 33.41.52
UPSSAE **ROVINARI** – str. Energeticienilor, nr. 1; jud. Gorj; cod poștal 1442; tel: 092 14.215

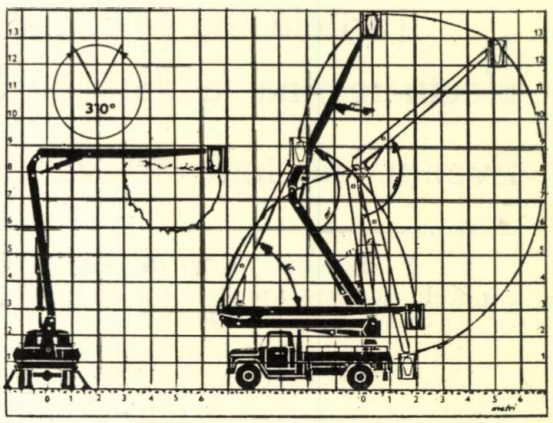
PROMETEU

Filială înregistrată la Registrul Comerțului sub numărul J40/14878/1991

EXECUTĂ:

- **PIESE DE SCHIMB, SUBANSAMBLURI DE SCHIMB ŞI RECONDIȚIONĂRI pentru:**
  - **turbine cu abur, turbine hidraulice, maşini şi instalații auxiliare;**
  - **cazane de abur şi instalațiile auxiliare pentru vehicularea apei, aerului, gazelor, combustibililor, zgurei şi cenuşei;**
- **MACARALE, MECANISME DE RIDICAT, DISPOZITIVE PENTRU MECANIZARE ŞI SCULE SPECIALE PENTRU REPARAREA INSTALAȚIILOR ENERGETICE**
- **PLATFORME RIDICATOARE TELESCOPICE SAU CU BRAȚE PENTRU LUCRU LA ÎNĂLȚIMI PÎNĂ LA 27 M**
- **ECHIPAMENTE PENTRU MONTAREA CONDUCTOARELOR LEA PRIN TRAGERE CU FIR PILOT**
- **ECHIPAMENTE PENTRU INVESTIȚII SAU PENTRU MODERNIZAREA INSTALAȚIILOR ENERGETICE**
- **EXECUȚIE PIESE BRUT TURNATE DIN ALIAJE FEROASE ŞI NEFEROASE**
- **EXECUȚIE PIESE FORJATE ŞI MATRIȚATE**
- **TRATAMENTE TERMICE ŞI TERMOCHIMICE, ACOPERIRI METALICE ŞI ÎNCĂRCĂRI CU STRAT DUR**
- **ANALIZE CHIMICE**





ORICÎND LA DISPOZIȚIA DVS., ÎN ORICE PROBLEMĂ,
CU EXPERIENȚA A PESTE 40 DE ANI DE ACTIVITATE

E 2039
94-101
A și B

ANUL
42

energetica

seria A

2

martie – aprilie 1994

Conferința Națională a Energiei
National Energy Conference
Conference Nationale de l'Energie

JUNE 13–16, 1994, NEPTUN – ROMANIA

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI MODERNIZĂRI ENERGETICE împreună cu :
— Institutul de Studii și Proiectări Energetice — I.S.P.E.
— Institutul de Studii și Proiectări Hidroenergetice — I.S.P.H.
— Institutul de Cercetări Nucleare — I.C.N. Pitești
— Filiala Rețele Electrice — F.R.E. Constanța
— Universitatea Politehnică București — U.P.B.
organizează, în stațiunea Neptun de pe litoralul Mării Negre, în perioada 13—16 iunie 1994

CONFERINȚA NAȚIONALĂ A ENERGIEI — C.N.E.'94

Conferința Națională a Energiei a devenit o manifestare științifică de prim rang a energeticienilor români.

Ultima ediție, organizată în iunie 1992, în stațiunea Neptun, a constituit o reușită de prestigiu sub aspectul tematicii abordate, al discuțiilor și propunerilor făcute, al numărului de participanți și al organizării.

Ecourile acestei manifestări științifice românești s-au propagat la mari distanțe, ele fiind receptate și apreciate în paginile unor prestigioase publicații științifice de specialitate în domeniul energiei.

Această reușită obligă organizatorii ediției din anul 1994 să asigure condiții cel puțin egale cu cele din ediția anterioară.

Conferința Națională a Energiei, C.N.E.'94, ediția 1994 se va desfășura sub genericul „**CĂTRE O EFICIENȚĂ DURABILĂ A ENERGIEI IN ROMANIA**" și va fi organizată pe următoarele 11 secțiuni de larg interes tehnico-științific și socio-profesional :

Secția I — Politici energetice, conservarea energiei și impactul asupra mediului înconjurător
Secția II — Sisteme informatice și informaționale de proces, gestiune și conducere
Secția III — Atingerea de către Sistemul Energetic Național a standardelor tehnice și tehnologice UCPTE privind exploatarea, funcționarea și conducerea sistemului
Secția IV — Retehnologizarea centralelor termoelectrice pentru creșterea duratei de viață și reducerea costurilor
Secția V — Tehnologii avansate pentru producerea energiei electrice și termice
Secția VI — Tehnologii avansate pentru transportul și distribuția energiei electrice
Secția VII — Energia nucleară
Secția VIII — Hidroenergetica și utilizarea complexă a apei
Secția IX — Tehnologii de întreținere predictivă și preventivă
Secția X — Relația furnizor-consumator în economia de piață
Secția XI — Managementul resurselor umane

S-au primit deja confirmările de participare din partea unui mare număr de specialiști din țară și străinătate, interesați în dezbateri tehnico-științifice și stabilirea unor contacte de afaceri profitabile pentru toți cei interesați.

Ediția a II-a a C.N.E., în afara celor 11 secții, mai pune la dispoziția celor interesați următoarele manifestări tehnico-științifice :

— **Mese rotunde** cu tematică în profilul Conferinței conduse de personalități (moderatori) cu activitate profesională recunoscută ;
— **Standuri tematice** (3 ×4 m) în cadrul unei expoziții special amenajată ;
— Proiecția de **filme tehnice** de 16, 35 mm și de casete video în sală special amenajată ;
— **Vizite tehnice și turistice** în timpul și după Conferință ;
— Un **program social** deosebit de interesant atât pentru participanți, cât și pentru persoanele însoțitoare.

C.N.E.'94 este susținută de un mare număr de unități de profil din țară și străinătate, care și-au manifestat interesul de a obține calitatea de SPONSOR al Conferinței, lista acestora rămânând deschisă.

SUNT INVITAȚI :

Specialiști din România și străinătate interesați în problemele energeticii românești în perioada de tranziție și de consecințele în evoluția economică a României.

Relații suplimentare privind detaliile de organizare și participare se pot obține la : ICEMENERG, Bd. Energeticienilor nr. 8, 79619 București 3, telefoane : 321.44.65, 321.41.70 ; fax : 321.10.10 ; telex : 10783 icce r.

VICEPREȘEDINTE
AL COMITETULUI DE CONDUCERE

REGIA AUTONOMĂ DE ELECTRICITATE
INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI MODERNIZĂRI ENERGETICE
Bd. Energeticienilor 8, 79619 București Romania
tel. (4-01)321 44 65
telex 10783 iccer
fax (401)321 10 10

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 42 NR. 2, SERIA A MARTIE – APRILIE 1994

ISSN : 1220–5141

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR KÖZPONT ÉS ORSZÁGOS MŰSZAKI

CUPRINS

EDITORIAL 51

ORIENTĂRI ÎN ENERGETICĂ

KLAUS BRENDOW: Problemele Europei de Vest şi de Est privind o dezvoltare energetică durabilă – evaluare comparativă 52–63

CENTRALE TERMOELECTRICE

MIRCEA CÂRDU: Soluţii constructive speciale aplicabile în fabricaţia de turbine cu abur 64–71

CENTRALE HIDROELECTRICE

DUMITRU SPIRIDON: Căile prioritare de mărire a gradului de utilizare a potenţialului hidroenergetic din România 72–75

ALIMENTARE CU CĂLDURĂ

CONSTANTIN NEAGA: Calculul economic privind proiectarea şi verificarea izolaţiei termice 76–83

VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU: Modelarea regimurilor de funcţionare „nenominale-stabilizate" ale instalaţiilor pentru livrarea căldurii sub formă de apă fierbinte din CET 84–90

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

CĂLIN MIHĂILEANU: Simpozionul cu tema „Eficacitatea energetică şi tranziţia economică în ţările Europei Centrale şi Orientale" 90–92

VLADIMIR CONSTANTINESCU, CĂLIN TEODORESCU, ROMULUS HELJU, GABRIEL ROMAŞCU: Seminarul „Reabilitarea centralelor termoelectrice cu luarea în considerare a protecţiei mediului ambiant" 93–95

* * * Conferinţa Naţională a Societăţii Române de Termodinamică 96

RECENZIE

GEORGE CHERCEA: Basu, P., Fraser, S. A. Circulating Fluidized Bed Boilers Design and Operations (Cazane cu strat fluidizat în circulaţie. Concepţie şi exploatare 71, 97–98

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei, ca de exemplu :

– Diaru pentru vulgarizarea ştiinţelor naturale şi fizice (1870–1882) ;

– Buletinul Societăţii Politehnice (1887–1944) ;

– Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România – AGIR (1919–1946) ;

– ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921) ;

– Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică – APDE (1932–1944) ;

– Buletinul Institutului Român de Energie – IRE (1933–1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate.

Revista apare alternativ în două serii :

– seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc. ;

– seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice, sisteme electroenergetice ete.

Fiecare serie are 6 numere pe an.

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.
Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone: (401) 322.06.92; (401) 321.69.66./251
Fax: (401) 321 10 10
Telex: 10783 Iccer

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL DE REDACŢIE: dr. ing. Eugeniu PAVEL — preşedinte, redactor—şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU — redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU — redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ — secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU — reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU — reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing. Laurenţiu GOIA; dr. ing. Dan GOLICIU; prof. dr. ing. Nicolae GOLOVANOV; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing. Aurelia LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; dr. ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; dr. ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; dr. ing. Anton ROŞU; ing. Margarios SALGIAN; ing. Mihai SĂNDULEAC; dr. ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU; ing. Dinu VOINEA

Redactor: Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr. 8, sect. 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401) 322 06 92; (401) 321 69 66/251
Telex: 10783 Iccer; Fax: (401) 321 10 10

Coperta I. Barajul Drăgan

S.C. «UNIVERSUL» S.A. — c. 1046

EDITORIAL

Revista Energetica este principala revistă românească de specialitate în domeniul producerii, transportului, distribuției și utilizării energiei. Profilul ei este reflectat atît de structura Colegiului de Redacție, cît și de principalii ei colaboratori și susținători.

Prin statutul ei, ca și prin orientarea din ultimii trei ani, revista și-a definit poziția privind tipul de informație prezentat, fiind în esență o revistă care încurajează și susține contribuția originală realizată nu numai prin descoperiri științifice, ci și prin originalitatea organizării și prelucrării informațiilor folosite.

Fiind totuși o revistă din domeniul științelor aplicate cu caracter predominant de inginerie, nu-și concentrează atenția asupra justificării suportului matematic folosit. Acesta, deși constituie o premisă esențială, nu are prioritate față de aplicația tehnologică.

Pornind de la aceste considerente, Colegiul de Redacție, ca și Biroul au simțit nevoia de a defini mai clar modul în care se dorește să se utilizeze și să se prezinte în cadrul revistei informațiile. Pentru aceasta propune următoarele recomandări privind forma de organizare și modul de tratare a informațiilor :

a) Ordinea de prezentare și structura informațiilor :

— să se prezinte la început notațiile specifice utilizate ;

— să se facă o prezentare sintetică, inițială, a conținutului articolului, utilizîndu-se cuvinte cheie ale domeniului de specialitate ;

— să se prezinte stadiul tematicii abordate, cu referiri la literatura de specialitate de mare circulație ;

— să se focalizeze direcția în care articolul preia, continuă sau dezvoltă subiectul abordat, precizînd, dacă este posibil, autorii (sursele) de referință cei mai recenți și mai reprezentativi ;

— să se înceapă tratarea subiectului prin analiza fenomenologică și să se continue cu modelarea, evaluarea numerică, interpretarea rezultatelor și concluzii. Pentru dezvoltările matematice, este normal, să se prezinte numai zona contribuțiilor originale, dacă interesul articolului este dirijat spre justificarea și fundamentarea matematică ;

— să se prezinte numai bibliografia utilizată în text.

b) Tratarea informației :

Ideea centrală pentru asigurarea rigurozității științifice, este delimitarea contribuției autorului și indicarea cu precizie a surselor din care provin informațiile, definițiile, modelele, metodele citate sau folosite. Citarea unei bibliografii importante trebuie să se facă la nivel de pagină și formulă de calcul.

Evident, o astfel de rigurozitate poate complica modul de redactare a articolelor, dar pentru cititor, pentru specialist, cîștigul informațional este foarte mare. Pentru autor, deși se conștientizează mai greu, el există și constă în dezvoltarea spiritului de precizie, rigurozitate, claritate, onestitate științifică, deci în final a prestigiului. Mai concret, autorul ajunge treptat să devină el însuși o referință, contribuind astfel la fundamentarea domeniului său de specialitate. Este ca și cum s-ar crea prin autori puncte solide de sprijin pe care se poate clădi și fundamenta științific.

Redactor-șef adjunct
DUMITRU CEZAR IONESCU

Problemele Europei de Vest și Est privind o dezvoltare energetică durabilă: evaluare comparativă

West and East European Approaches to Sustainable Energy Development: a Comparative Assessment

Dr. KLAUS BRENDOW
Director al Programului pentru Europa Centrală și de Est
Central/East European Programme WORLD ENERGY PROGRAMME

Revista ENERGETICA se bucură de colaborarea domnului Klaus Brendow (este a doua oară cînd numele său apare în revistă), care a fost de acord cu includerea lucrării „**West and East European Approaches to Sustainable Energy Development : a Comparative Assessment**", prezentată în cadrul Seminarului internațional cu titlul : „**Energy and Environmental Policies : The Central and Last European Approach**".

Seminarul internațional s-a desfășurat în cadrul lucrărilor catedrei UNESCO de la Universitatea Politehnică București (organizat în colaborare cu ICEMENERG, ICIM și RENEL) și a avut loc la București în zilele de 28 și 29 octombrie 1993.

Lucrarea domnului Brendow, cunoscut specialist energetician, fost reprezentant al ONU, director al „Programului pentru Europa Centrală și de Est în cadrul Consiliului Mondial al Energiei (CME)", conține idei interesante și originale, precum și o privire mai largă asupra problematicii la nivel mondial și la nivel zonal.

De aceea am considerat că publicarea acestor idei — chiar sub formă discursivă (pe care am păstrat-o în text)-este benefică pentru informarea energeticienilor români.

Redactor-șef,
dr. ing. EUGENIU PAVEL

Aș dori să încep prin a afirma cît de important este subiectul Seminarului prezent din punct de vedere politic. Dezbaterea internațională în legătură cu viteza și modalitățile de adaptare a economiilor central planificate anterior în Europa Centrală și de Est la o economie de piață se află încă în curs, în ciuda faptului că adepții unei terapii de șoc par să piardă teren în fața adepților unei adaptări graduate. În opinia mea discuția ar avea de cîștigat dintr-o analiză la rece a particularităților reale sau pretinse ale sistemelor economic, social, energetic și de protecție a mediului în Europa Centrală și de Est și, respectiv, în Europa de

May I start by saying how important the subject of the present Seminar is from a policy viewpoint. The international debate about the speed and modalities of adaptation of the former centrally planned economies in central and eastern Europe to market economy is still waging, although the proponents of a shock therapy seem to lose ground to the proponents of gradual adjustment. The discussion would, in my view, gain from an unemotional analysis of the actual or pretended particularities of the economic, social, energy and environmental systems in central and eastern Europe and in western Europe, respectively.

Vest. Într-adevăr, dacă au existat aspecte specifice semnificative și de durată, în ambele regiuni s-ar cuveni aplicate abordări specifice pentru o dezvoltare durabilă.

O asemenea analiză ar trebui să răspundă la mai multe întrebări : dacă aspectele specifice ale sistemelor economic, energetic și de protecția mediului în Europa Centrală și de Est impun o abordare specifică a unei dezvoltări durabile ? Dacă da, atunci trebuie văzut dacă diferențele față de Europa de Vest au fost nemnificative sau dacă s-au aflat sub incidența unei diversități regionale „normale". Dacă au fost semnificative : în ce privință și de ce ? Par a persista în viitor ? Care ar fi implicațiile unor asemenea situații și orientări specifice asupra sănătății populației, integrării europene, militării pentru o schimbare a climatului ? Dacă aceste implicații ar crea preocupări, ce acțiune de remediere ar trebui recomandată ? Și în cele din urmă : care ar putea fi rolul cooperării și sprijinului inter-regional și schimburilor de experiență și opinii la nivel inter-regional ?

Table 1

Emissions of sulphur, nitrogen and carbon 1990

Sulphur

Regions	10^9 kg	%, World	10^6 cap	kg/cap	GDP 10^9 $	kg/10^3 $
North America	12.1	19	276	44	5120	2.36
Western Europe	10.4	16	454	23	4664	2.23
CEE	3.9	6	160	39	431	9.05
NIS	12.4	19	289	43	1676	7.40
World	64.6	100	5292	12	21023	3.07

Nitrogen

North America	5.5	23	276	20	5120	1.07
Western Europe	3.7	15	454	8	4664	0.79
CEE	1.0	4	100	10	431	2.32
NIS	4.0	17	289	14	1676	2.39
World	24.0	100	5292	5	21023	1.14

Carbon

North America	1550	26	276	5616	5120	303
Western Europe	1000	17	454	2203	4664	214
CEE	250	4	100	2500	431	580
NIS	1080	18	289	3737	1676	644
World	5900	100	5292	1115	21023	281

CEE excludes the former USSR; NIS = CIS, Baltic States, Georgia Source: World Energy Council: Energy four tomorrow's world, New York, 1993 appendix C.

Indeed, if the specifics were significant and of a lasting nature, specific approaches to sustainable development would be in order in both regions.

Against this issue let us raise the question, whether the specifics of the economic, energy or environmental systems in central and eastern Europe call for a specific approach to sustainable development. If so, whether the differences with western Europe were significant or whether they fall within the range of „normal" regional diversity. If they were significant : in what regard and why ? Are they likely to persist in the future ? What would be the implications of such specific situations and trends on the health of population, on European integration, on the mitigation of climate change ? If these implications were to give rise to concerns, which remedial action should be advocated ? And lastly : What could be the role of inter-regional cooperation and assistance, and of intra-regional exchanges of experiences and views ?

In addressing these questions, I will first limit myself to a comparison between central

Table 2

Emissions of sulphur, nitrogen and carbon 2020

Sulphur

Regions	10^9 kg	%, World	10^6 cap	kg/cap	GDP 10^9 $	kg/10^3 $
North America	5.8	9	326	18	10430	0.56
Western Europe	4.5	7	489	9	9500	0.47
CEE	2.2	3	111	20	970	2.27
NIS	7.4	11	344	22	3300	2.24
World	66.1	100	8092	8	55700	1.19

Nitrogen

North America	3.2	12	326	10	10430	0.31
Western Europe	2.3	9	489	5	9500	0.24
CEE	0.7	3	111	6	970	0.72
NIS	2.9	11	344	8	3300	0.88
World	27.0	100	8092	3	55700	0.48

Carbon

North America	1490	18	326	4571	10430	143
Western Europe	1060	13	489	2168	9500	112
CEE	230	3	111	2072	970	237
NIS	1030	12	344	2994	3300	312
World	8370	100	8092	1034	55700	150

Source and Notes, see Table 1

Table 3

Emission trends 1990–2020, in per cent

Sulphur

Regions	10^9 kg	%, World	10^6 cap	kg/cap	GDP 10^9 $	kg/10^3 $
North America	−52	−52	+18	−59	+104	−76
Western Europe	−57	−57	+ 8	−61	+104	−79
CEE	−44	−44	+11	−49	+125	−75
NIS	−40	−40	+19	−49	+100	−70
World	+ 2	−	+53	−33	+165	−61

Nitrogen

North America	−42	−42	+18	−50	+104	−71
Western Europe	−38	−38	+ 8	−37	+104	−70
CEE	−30	−30	+11	−40	+125	−69
NIS	−28	−28	+19	−43	+100	−63
World	+13	−	+53	−40	+165	−58

Carbon

North America	−4	− 4	+18	−19	+104	−53
Western Europe	+ 6	+ 6	+ 8	− 2	+104	−48
CEE	− 8	− 8	+11	−17	+125	−59
NIS	− 5	− 5	+19	−20	+100	−52
World	+42	−	+53	− 7	+165	−46

Source and Notes, see Table 1

Table 4

Energy use

[1 toe = 41,85 GJ]

Region	Total primary energy consumption		per capita consumption		coal [%]	oil [%]	gas [%]	nucl [%]	renew %	Energy intensity	
	10^6 toe	TJ	toe/cap	GJ/cap						toe/10^3 $	GJ/10^3 $
1990											
North America	2157	90.27	7.82	327.28	23	38	23	7	9	0.42	17.58
Western Europe	1462	61.18	3.22	134.76	23	39	17	12	9	0.31	12.97
CEE	292	12.22	2.91	121.78	53	17	22	4	4	0. 68	28.46
NIS	1447	60.56	5.01	209.67	25	26	39	3	7	0. 86	36.00
World	8807	368.57	1.66	69.47	26	31	20	5	18	0.42	17.58
2020											
North America	2337	97.80	7.16	299.65	17	34	26	8	15	0.22	9.21
Western Europe	1726	72.23	3.53	147.73	20	31	21	14	14	0.18	7.53
CEE	319	13.35	2.87	120.11	31	21	33	8	7	0.33	13.81
NIS	1529	63.99	4.45	186.23	15	23	49	5	8	0.46	19.25
World	13359	559.07	1.65	69.05	23	28	22	6	21	0.24	10.04

În formularea răspunsului, mă voi limita în primul rînd la o comparație între Europa Centrală și de Est (ECE), excluzînd fostul U.R.S.S. și Europa de Vest. Referințe cu privire la Noile State Independente, America de Nord și restul lumii sînt incluse în tabelele 1—4. În al doilea rînd mă voi limita la doi poluanți „tradiționali" — compușii de sulf și oxizii de azot — și la un poluant „nou" — bioxidul de carbon. Evident că mai sînt și alți poluanți, cum ar fi particulele de praf, plumbul, radiațiile de la sursele nucleare, deșeu-

and eastern Europe (CEE) excluding the former USSR, and western Europe (WE). References to the newly independent States, North America and the world are contained in the tables, however.

Secondly, I will limit myself to two „traditional" pollutants — sulphur compounds and nitrogen oxides — and one new "pollutant" — carbon dioxide. Certainly, there are other and highly critical pollutants such as particulates, lead, radiation from nuclear sources, toxic waste, ammonia, volatile organic

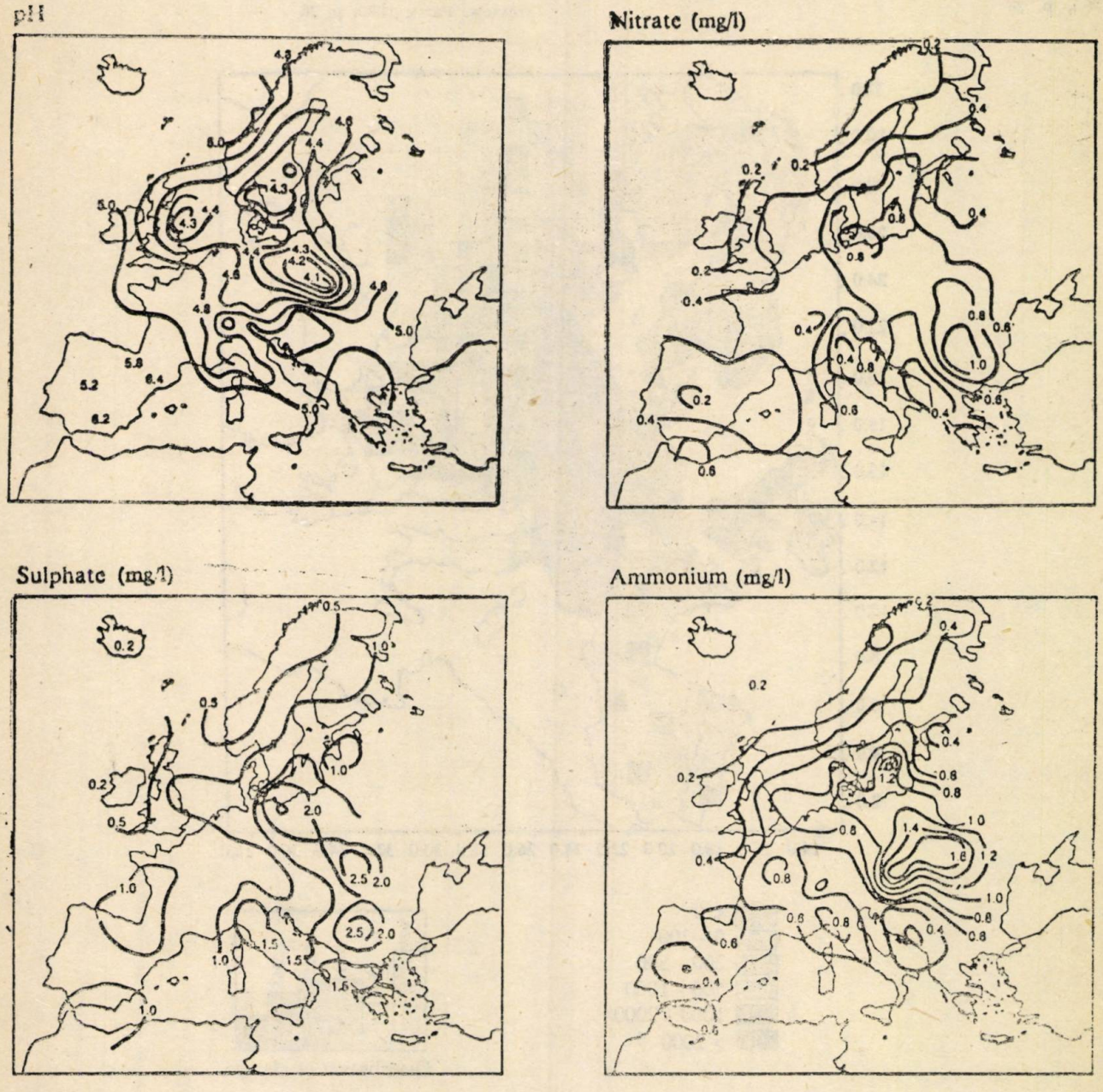


Fig. 1. Annual mean concentrations of selected pollutants in precipitation in Europe, 1988.
Source: UN/CCE — The environment in Europe and North America, Annotated Statistics 1992, New York, 1992, p. 117

rile toxice, amoniacul, compușii organici volatili, dar sugerez faptul că poluanții selectați sînt printre cei mai importanți generați de om și într-o mare măsură își au originea în producerea și utilizarea energiei[1].

În al treilea rînd subiectul poate fi abordat în patru etape : în prima să se ia în considerare starea de fapt, să se descrie factorii și forțele ce stau la baza acesteia, într-o a treia etapă se pot face speculații în legătură cu orientările pe viitor și în cele din urmă se pot evalua cîteva

[1] OECD/IEA : Energia și mediul — analiză politică : Paris, 1989, p. 26

compounds, but I suggest that the selected pollutants are among the more important man-made pollutants and originate to a large extent from energy production and use[1].

Thirdly, I will address the issue in four steps : first, looking at the facts(I), next describing the underlying factors and forces (II), next speculating about future trends (III) and lastly evaluating some of the implications and

[1] OECD/IEA: Energy and the environment — policy review: Paris, 1989, p. 26

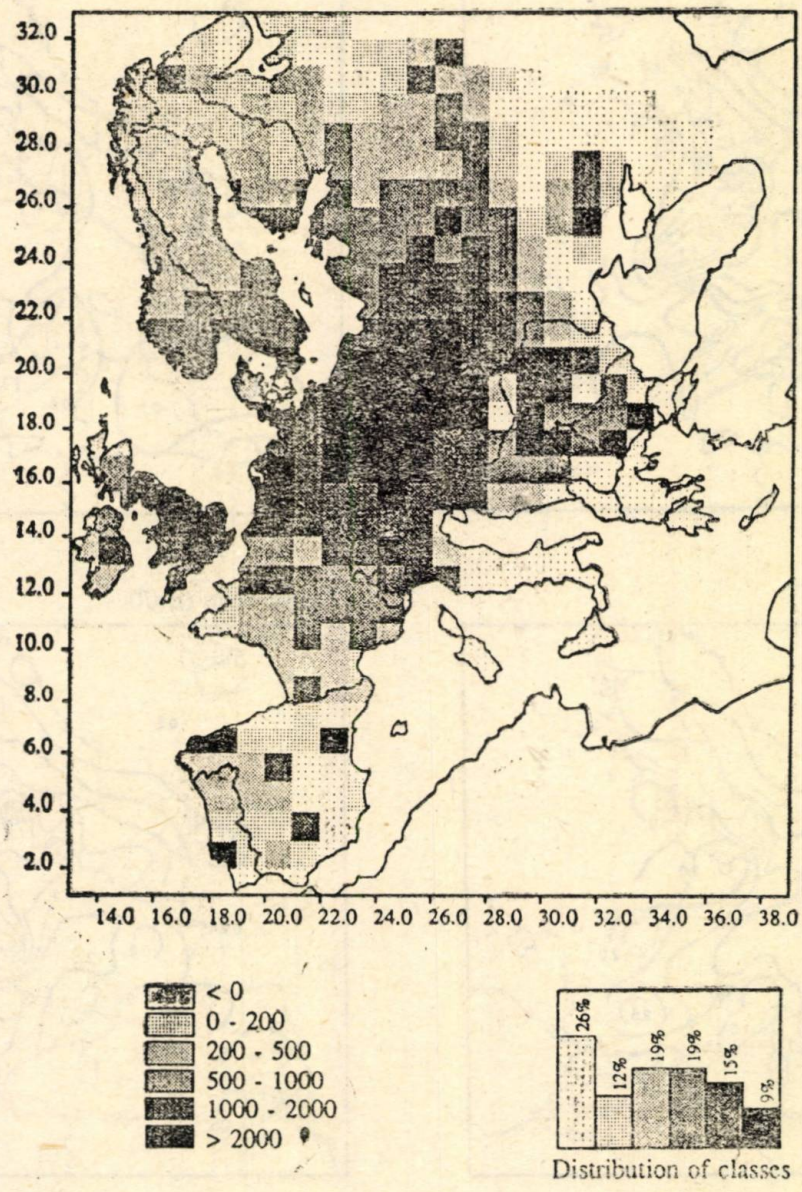


Fig. 2. Preliminary map of the exceedance of the critical load of sulphur (1 percentile). Units = equivalents ha^{-1} yr^{-1}. This map incorporates the excedence of the one percentile of the critical load of sulphur, taking into account preliminary additional factors (base-cation balance, filtering factors, etc.) Source: UN/ECE Air Pollution Studies No 8, New York, 1992, p. 23.

din implicaţiile şi provocările ce rezultă din situaţia prezentă şi dezvoltarea pe viitor.

I. Starea de fapt în 1990

Tabelele de la 1 la 4 arată că într-adevăr situaţia protecţiei mediului/energie în ECE este în mod semnificativ, adică sistematic, diferită de situaţia din Europa de Vest.

1. Întîi mesajul pozitiv : ECE este un poluant marginal în termeni globali, reprezentînd între 4 şi 6% din emisiile mondiale de sulf, azot şi carbon.

2. Dacă luăm în considerare poluarea pe cap de locuitor tabloul este mai puţin pozitiv. O poluare specifică mai ales cu sulf, este mai ridicată cu 70% decît în Europa de Vest. În consecinţă, concentraţii medii de poluanţi în precipitaţii sînt mult mai ridicate în ECE decît în Europa de Vest (vezi figura 1).

3. Evidenţa comparativă este mai defavorabilă dacă luăm în considerare poluarea pe 1000$ de PIB : pentru a produce o unitate de PIB, ECE emite o cantitate dublă de CO_2, o cantitate triplă de NO_x şi o cantitate de patru ori mai mare de SO_2.

4. Întorcîndu-ne la partea energetică a ecuaţiei, mesajul pozitiv ar fi că ECE consumă cu 1/3 mai puţină energie pe cap de locuitor decît Europa de Vest, dar are un amestec nefavorabil de combustibil : ECE acoperă în prezent 53% din necesarul său de energie din cărbune şi numai 4% din sursele nucleare şi 4% din surse refolosibile. (Cifrele corespunzătoare pentru Europa de Vest sînt : 23%, 12%, 9%).

5. Totuşi, cel mai defavorabil mesaj este acela legat de utilizarea eficientă a energiei : ECE necesită 0,68 t c.c. pentru a produce 1000$ de PIB, comparativ cu 0,31 t c.c. în EV. Astfel, intensitatea energetică a ECE este dublă faţă de cea în EV (dar cu un sfert mai „bună" decît în Noile State Independente).

Faptele sînt evidente (şi nu sînt noi) : există diferenţe semnificative între ECE şi EV de ambele părţi ale ecuaţiei energie/mediu şi mi-e teamă că sînt toate în dezavantajul ECE dacă luăm în consideraţie relaţia cu populaţia, produsul intern brut, intensitatea energetică, amestecul de combustibil şi emisiile.

Nu sînt numai dezavantaje în termeni relativi (ceea ce nu înseamnă că sînt periculoase). Figura 2 arată că depunerile de sulf în ECE nu numai că sînt mai mari decît în EV, dar depăşesc nivelurile tolerabile aproape peste tot în ECE. Această depăşire este sistematic mai ridicată decît în EV.

Singura consolare pe care aş putea să o ofer este că nici sistemul energetic din ECE, nici cel din EV nu pot fi susţinute dintr-un punct de vedere al termenului lung.

challenges resulting from the present situation and future developments (IV).

I. The facts in 1990

Tables 1 through 4 show that indeed the environment/energy situation in CEE is „significantly", i.e. systematically different from the situation in WE.

1. The positive message first : CEE is a marginal polluter in global terms, accounting for between 4 and 6% of world emission of sulphur, nitrogen and carbon.

2. The picture is less positive, if per capita pollution is considered. Specific pollution particularly by sulphur is higher by 70 % than in WE. Accordingly, mean concentrations of pollutants in precipitation are much higher in CEE than in WE (see Figure 1).

3. The comparative record is worst, if pollution per 1000$ of GDP is considered : for producing one unit of GDP, CEE emits double the amount of CO_2, triple the amount of NO_x and four times the amount of SO_2.

4. Turning to the energy side of the equation, the positive message is that CEE burns 1/3 less energy per capita than WE, but has an unfavourable fuel mix : CEE covers at present 53% of its energy needs from coal (WE : 23%) and only 4% (12%) from nuclear sources and 4% (9%) from renewables.

5. The worst message, however, pertains to efficient energy use : CEE needs 0.68 toe (28.6 GJ) to produce 1000$ of GDP, compared with 0.31 toe (129.97 GJ) in WE. Thus, CEE energy intensity is double the one in WE (but one quarter „better" than in the newly independent States).

The fact are evident (and not new) : there are significant differences between CEE and WE on both sides of the energy/environment equation and they are, I am afraid, all to the disadvantage of CEE if related to population, gross domestic product, energy intensity, fuel mix and emissions.

They are not only disadvantageous in relative terms (which must non mean, they are dangerous). Figure 2 shows that the depositions of sulphur in CEE are not only higher than in WE, but that they exceed tolerable levels almost everywhere in CEE. The exceedance is systematically higher than in WE.

The only „consolation", I could offer, is that neither the east European nor the west European energy systems are sustainable from a longer-term point of view.

II. The fact and forces behind

How has this between CEE and WE and ineffective response to environmental damage come about?

II. Factorii şi forţele ce stau la baza stării de fapt

Cum a apărut acest clivaj între ECE şi EV şi reacţia ineficientă la distrugerea mediului?

Să privim mai întîi la dezvoltarea în ECE în anii '70 şi '80. Aceşti ani au fost caracterizaţi prin :

1 — politici de dezvoltare ce subliniau creşterea cantitativă pe baza unei energii ieftine şi economii la scară;

2 — sisteme economice ce s-au dovedit incapabile de a genera capitalul necesar extinderii şi modernizării producerii şi utilizării de energie şi finanţării investiţiilor în supravegherea protecţiei mediului ambiant;

3 — o eroare politică sistematică ce a favorizat industriile energofage, poluante, grele;

4 — aplicarea tehnologiilor energetice ce au rămas cu mult în urma curentului internaţional în progresul tehnic, în special în privinţa utilizării informaticii;

5 — atitudini politice, sociale şi o educaţie managerială ce au minimalizat delegarea responsabilităţii, luarea de iniţiative, sistemul bazat pe relaţii la nivel orizontal[2] şi forţele pieţii;

6 — minimă atenţie acordată politicilor de protecţie a mediului, nesinceritatea declaraţiilor şi remedii ineficiente.

Dimpotrivă, în EV tocmai din anii '60 a început o trecere lungă şi dureroasă de la creşterea extensivă la cea intensivă, de la industrie la servicii, de la combustibilii indigeni la cei importaţi, de la o economie bazată pe cărbune la una bazată pe mai multe tipuri de combustibili, de la practicile de „control şi supraveghere" la managementul de implicare şi renunţare la reglementare. S-a primit un impuls proaspăt, şi din nou dureros, de la primul şoc petrolier din 1972/73 şi de la catastrofele de mediu în ultimii ani '70 şi '80 (acidularea lacurilor şi solurilor, deteriorarea monumentelor istorice şi culturale, „Waldsterben", Cernobîl, modificarea climatului). Au fost stabilite politici severe, instituţii, stimulente şi penalizări privind protecţia mediului în anii '80, adesea într-un mod coordonat la nivel internaţional (UN/ECE, EEC), şi acestea au devenit o parte integrantă a politicilor economice şi energetice sub deviza „dezvoltare susţinută"[3]. Totuşi, în ciuda acestui impuls, sistemul energetic al EV este departe de a fi, sau deveni, tolerabil din punctul de vedere al protecţiei mediului.

[2] pentru o analiză a diferitelor sisteme manageriale în Est şi Vest, vezi UN/ECE-ILO: Dezvoltarea managementului în companiile mixte din Est şi Vest, New York, 1993, p. 5.

[3] Comisia Mondială pentru Mediu şi Dezvoltare: Viitorul nostru comun, Oxford/New York, 1987 (raportul „Brundtland").

Let us first look at the developments in CEE in the 1970s and 1980s. These years were characterized by :

1. development policies which emphasized quantitative growth on the basis of cheap energy and economies of scale

2. economic systems which proved unable to generate the capital necessary to expand and modernize energy production and use and to finance investments in environmental controls.

3.a policy bias in favour of energy-intensive, polluting, heavy industrie

4. the application of energy technologies which growingly lagged behind the international mainstream of technical progress, particularly regarding the use of informatics

5. political, societal attitudes and management cultures which de-emphasized the delegation of responsibility, the taking of initiatives, horizontal networking[2] and market forces

6. low priority for environmental policies, lipp service and ineffective add-on remedies.

By contrast, in WE a long and painful shift from extensive to intensive growth, from industry to services, from indigenous to imported fuels, from a coal-based to a multi-fuel economy, from „control and command" practices to participatory mangement and de-regulation began as early the 1960s. It received a fresh, and again painful, impulse from the first oil shock of 1972/73 and from the environmental catastrophies of the late 1970s and 1980s (acidification of lakes and soils, corrosion of historical and cultural monuments, „waldsterben", Chernobyl, climate change). Strong environmental policies, institutions, incentives and penalties were put into place in the 1980s, often in an internationally co-ordinated way (UN/ECE, CEE), and became an integrated part of economic and energy policies under the banner of „sustainable de development"[3]. However, despite this thrust, the WE energy systems is far from being, or becoming, environmentally tolerable.

All this describes that CEE and WE drifted apart, but does not explain why this clivage has been allowed to grow until only recently. Did not all Governments of CEE except Albania sign and ratify the legally binding UN/ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution of 1979? Did not some sign or ratify the ensuing Protocols on the reduction of emissions of sulphur (1985), nitrogen (1988), volatile organic compounds (1991)? the Conventions on Environmental Impact Assessment

[2] for an analysis of the different management systems in the East and West, see UN/ECE-ILO: Management development in East and West joint ventures New York, 1993, p. 5

[3] World Commission on Environment and Development: Our common future Oxford/New York, 1987 („Brunotp land" report)

Toate acestea vorbesc despre faptul că ECE și EV au urmat căi separate, dar nu explică de ce a fost permisă sporirea acestui clivaj pînă mai de curînd. Nu toate guvernele, cu excepția Albaniei, au semnat și ratificat Convenția UN/ECE pentru poluarea peste granițe la mare distanță din 1979, legal obligatorie de ambele părți? Nu au semnat unii sau au ratificat Protocoalele implicite pentru reducerea emisiilor de sulf (1985), azot (1988), compuși organici volatili (1991), Convențiile pentru Evaluarea Impactului asupra Mediului (1991) și pentru Protecția Cursurilor de Apă și Lacurilor Internaționale (1992)? In realitate nu au semnat toți Carta Europeană a Energiei (declamatorie)?

Răspunsul este că de fapt guvernele ECE au fost incapabile de a uni eficient politicile economice și de protecție a mediului și obiectivele pe termen scurt și lung aparent în conflict. Într-adevăr, economiile nu au generat, sau nu au putut genera, mijloacele financiare pentru a sprijini reformele de reglementare necesare. Dacă totuși unele economii în tranziție au redus emisiile de sulf cu 30% în 1990 în comparație cu 1980, aceasta s-a datorat colapsului activității industriale și nu unei politici de protecție a mediului hotărîte.

Totuși politicile se schimbă în ECE. Trecerea la o economie de piață duce în mod inerent la o utilizare mai atentă a resurselor. Măsurile specifice, pînă în prezent neoperante în ECE, înglobează:

— închiderea centralelor foarte poluante;

— creșterea prețurilor la energie și reducerea subvențiilor;

— trecerea la combustibili mai puțin poluanți, în special gaz;

— adoptarea de legi privind protecția mediului sau poluarea aerului;

— stabilirea agențiilor sau inspectoratelor de protecție a mediului;

— stabilirea unor standarde privind calitatea aerului și combustibilului mai severe;

— acordarea în prealabil de licențe pentru activitățile poluante;

— acordarea de rate ale dobînzilor mai mici și concesii vamale;

— introducerea taxelor pentru emisii;

— întreprinderea de cercetări, de exemplu pentru tehnologiile care nu elimină sau elimină puține deșeuri sau îmbunătățirea prognozelor privind viitoarea stare a mediului[4].

Acestea constituie începuturi încurajatoare.

[4] pentru detalii, vezi UN/ECE: Studiile asupra poluării aerului, nr. 8/1992, partea întîi.

(1991) and on the Protection of Water Courses and International Lakes (1992)? Did not virtually all sign the (declamatory) European Energy Charta?

The answer is that basically the Governments of CEE have been unable to effectively marry seemingly conflcting economic and environmental policies, short and long-term obiectives. Indeed, the economies did not or could not generate the financial means to support the necessary regulatory reforms. If, nevertheless, some economies in transition reduced sulphur emission by 30% in 1990 in comparison with 1980, this was due to the collapse of industrial activity, not to determined environmental policy.

Policies are changing, though, in CEE. The shift to a market economy inherently leads to a more careful use of resources. Specific measures, presently inacted in CEE feature:

— the closure of heavily polluting plants

— the increase of energy prices and the reduction of subsidies

— the shift towards less polluting fuels, particularly gas

— the adoption of laws on the protection of the environment or on air pollution

— the establishment of environmental agencies or inspectorates

— the setting of more stringent air quality and fuel quality standards

— the prior licensing of potentially polluting activities

— the granding of lower interest rates and customs concessions

— the introduction of emission charges

— the undertaking of research, e.g. for no- or low-waste technologies or the improvement of forecasts of future state of the environment[4].

These are encouraging beginnings.

III. The prospects to 2020

Would those new policies bring CEE closer to „sustainability, environmentally „tolerable" development? Diminish the backlog with WE with regard to energy efficiency, fuel mix, emissions?

I am afraid, the answer to both questions is „no, not before 2020", if a recently published projection of the World Energy Council on global and regional energy and emission trends become true[5].

[4] for details, see UN/CEC: Air Pollution Studies, No. 8/1992, Part One

[5] World Energy Council: Energy for tomorrow's world, New York 1993

III. Prognoza pînă în 2020

Oare aceste politici vor aduce ECE mai aproape de „capacitatea de a se susține", de o dezvoltare „tolerabilă" din punctul de vedere al mediului? Vor diminua diferența față de EV cu privire la eficiența energiei, amestecul de combustibil, emisii?

Mă tem că răspunsul la ambele întrebări este „nu, nu înainte de 2020", dacă o prognoză recent publicată a Consiliului Mondial al Energiei privind orientările globale și regionale ale energiei și emisiilor se adevărește[5].

Să luăm în considerare „cazul de referință" al studiului, care presupune pentru 1990—2020 pentru ECE (și EV):

— o rată anuală a creșterii PIB de 2,7% (2,4%);

— o reducere a intensității energetice cu 2,4% (1,8%);

— o trecere semnificativă (relativă) de la cărbune la gaz, energie nucleară și refolosibilă (vezi tabelul 4);

— o rată crescută a transferului de tehnologie; și ajunge la concluzia că:

— emisiile de sulf vor scădea cu 44% (57%), de azot cu 30% (38%) și de carbon cu 8% (6%), și de aici se deduce că se va realiza un progres considerabil în supravegherea emisiilor și eficiența energiei (vezi tabelul 3);

— progresul în ECE se va realiza cu aceeași sau cu o viteză oarecum mai mică decît în EV;

— datorită acestora „diferența" între cele două regiuni va persista în termenii eficienței energetice și emisiile de sulf și azot pe cap de locuitor, în timp ce ECE va reduce emisiile de carbon pe cap de locuitor sub nivelurile EV (tabelele 1 și 2);

— ECE atinge în 2020 (abia) nivelurile de eficiență și emisii pe care EV le-a atins deja în 1990;

— nici dezvoltările din ECE nici cele din EV „nu se pot susține" pe termen lung și vor continua să pună probleme grave în ceea ce privește modificarea climatului pe glob și poluarea.

Desigur, pot fi întocmite alte scenarii pentru reducerea emisiilor mai mult decît așa cum sugerează cazul de referință. Totuși acestea ar trebui să ia în considerare micșorări neprevăzute ale intensității energiei și utilizării cărbunelui, ca și angajamente financiare din partea donatorilor din EV sau din alte părți.

De exemplu, reducerea depunerilor de sulf sub nivelurile critice în 94% din suprafața Europei va necesita pînă în 2000 investiții de ordinul a 30 miliarde (10^9) DM. În termeni absoluți aceasta reprezintă o sumă mare rela-

[5] Consiliul Mondial al Energiei: Energie pentru lumea de mîine, New York, 1993.

Let us consider the „reference case" of the Study, which assumes for 1990—2020 for CEE (and WE):

— an annual rate of GDP growth of 2.7% (2.4)

— a reduction of the energy intensity by 2.4% (1.8%)

— a significant (relative) shift from coal to gas, nuclear power and renewables (see Table 4)

— a high rate of technology transfer and concludes that:

— emissions of sulphur would decrease by 44% (57%), of nitrogen by 30% (38%) and of carbon by 8% (—6%), — hence, that considerable progress would be made in emission control and energy efficiency (see Table 3)

— that progress in CEE would be at the same or slightly lower speed than in WE

— that accordingly the „gap" between the two regions would persist in terms of energy efficiency and per capita emissions of sulphur and nitrogen, while CEE would reduce per capita emissions of carbon below WE levels (Tables 1 and 2)

— that CEE reaches in 2020 (only) the efficiency and emission levels that WE had already attained in 1990

— that developments neither in CEE nor in WE are „sustainable" from a longer-term point of view and will continue to pose grave problems in terms of local pollution and global climate change.

Obviously, other scenarios could be devised that reduce emissions further than the reference case suggests. However, those would need to assume extra-ordinary decreases of energy intensity and coal use as well as financial commitments on the part of donors from WE and elsewhere.

For example, reducing sulphur depositions critical levels in 94% of Europe's surface, would require until 2000 annual investments of the order of 30 bill. (10^9) DM. This is high in absolute terms and related to present financial assistance, but corresponds only to 0.24% of Europe's GDP in 1990, or 40 DM capita[6].

The task to tackle the CO_2 problem appears even more difficult. According to one model calculation, achieving a „tolerable" level of CO_2 concentrations would require a reduction of fossil fuel use by 1% per year over the whole period til 2090, down to 36% of fossil fuel use in 1985[7].

[6] UN/ECE: Integrated assessment modelling, document EB/AIR/WG5/R 35, p. 9, of 31. 12. 1992

[7] Bruce C. Cohen, Jean-Michel Collette: Fossil-fuel use and sustainable development, in International Journal of Global Energy Issues, Vol. 3/1991 No. 3, p. 136

tiv la sprijinul financiar actual, dar corespunde cu numai 0,24% din PIB al Europei în 1990, sau 40 DM/cap de locuitor[6].

Sarcina de a trata problema CO_2 pare a fi chiar mai dificilă. Conform unui model de calculare, realizarea unui nivel „tolerabil" al concentrațiilor de CO_2 ar necesita o reducere a utilizării combustibilului fosil cu 1% pe an pe întreaga perioadă pînă în 2090, pînă la 36% din combustibilul fosil utilizat în 1985[7].

IV. Implicații

Problemele ce rezultă din aceste perspective, în special pentru ECE, sînt foarte mari :

— în ceea ce privește restructurarea economiilor problema constă în aplicarea reformelor economiei de piață și în industriile grele și de furnizare a energiei, în timp ce se atenuează impactul social. În această privință ECE este la început de drum, în timp ce EV face progrese pe drumul privatizării și renunțării la reglementarea centralizată ;

— în ceea ce privește *supravegherea poluării* problema ar fi să se treacă de la supravegherea elementelor „clasice" și locale de poluare (praful, plumbul, sulful, azotul) la politici mai cuprinzătoare, severe și coordonate la nivel internațional ;

— în ceea ce privește *eficiența energetică* se vizează reducerea intensității energetice la o rată (cazul de referință CME : 2,4%/a) care n-a mai fost niciodată atinsă în trecut în ECE și care depășește performanța anticipată în alte regiuni ale lumii. Provocarea s-ar referi nu numai la intensitatea efortului cerut, ci s-ar concentra și asupra aspectelor pe care le vizează : accentul va trebui să se schimbe de pe măsurile de aprovizionare pe aspectul managementului de gestiune ;

— în ceea ce privește *subiectul furnizării de energie* problema pentru ECE nu ar fi de a reduce numai aportul cărbunelui, dar și tonajul absolut al cărbunelui produs. Cazul de referință al CME proiectează o reducere de la aproximativ 224 mil. tec în 1990 la aproape 131 mil. tec în 2020 (37% în 30 de ani), ceea ce ar putea genera problemele de lucru și industriale în regiunile miniere cu care EV se confruntă încă din primii ani '60. Mai mult : problema ar consta în grija ca substitutele pentru cărbunele indigen la care s-a renunțat, de exemplu cărbunele și gazul importate, să fie asigurate dintr-o varietate de surse. În EV subiectul

[6] UN/ECE: Documentul-propunere pentru o evaluare integrată, EB/AIR/WG5/R 35, p. 9, din 31.12.1992.

[7] Bruce C. Cohen, Jean-Michel Collette: Utilizarea combustibilului fosil și dezvoltarea susținută, în Jurnalul Internațional al Aspectelor Energetice Globale, vol. 3/1991, nr. 3, p. 136.

IV. The implications

The challenges resulting from these perspectives especially for CEE are enormous :

— regarding the restructurization of the economies the challenge consists of applying market economy reforms also to the heavy and energy supply industries, while mitigating social impacts. In this regard, CEE is at the beginning of a road, while WE progresses on the way to privatization and de-regulation

— regarding the development of integrated energy/envíronmental policies the challenge would be to insert the short-term, ad hoc arbitration of conflicting energy/environmental considerations into longer-term, integrated concepts, and secure adequate institutional, legislative, regulatory and financial backing

— regarding pollution control the challenge would be to proceed from the control of „classical" and local pollutants (dust, lead, sulphur, nitrogen) to more comprehensive stringent and internationally co-ordinated policies

— regarding energy efficiency the challenge consists of decreasing the energy intensity at a rate (WEC reference case : 2.4%/a), which had never been accomplished in the past in CEE and which exceeds the anticipated performance of other world regions. The challenge would not only pertain to the magnitude of the effort required, but also to its focus : increasingly, the emphasis would have to shift from supply side measures to demand management

— regarding energy supply patterns the challenge for CEE would not only be to reduce the share of coal, but also, the absolute tonnage of coal produced. The reference case of the WEC projects a reduction from about 224 mill. tce (9,37 EJ) in 1990 to about 131 mill. tce (5,48 EJ) in 2020 (−37% over 30 years), which may generate the related labour and industrial problems in the mining regions that WE is struggling with since the early 1960 s. Moreover : the challenge would consist of seeing to it that the substitutes for abandonned indigenous coal, i.e. imported coal and gas, be supplied from a variety of sources. In WE the issue of fuel and trade diversification has already been successfully addressed, including through the interconnection and integration of national grids.

— regarding energy technologies the challenge for CEE would consist in re-dimensioning and concentrating its technological and research base, in developing and applying clean coal technologies to the specific chemical and physical properties of lignite, brown coal and shale, and of more courageously addressing technologies for new and renewable sources of energy. The anticipated increase of these sources by 9 mill. over 30 years as projected by the

combustibilului și diversificării comerțului a fost deja abordat cu succes, incluzînd interconectarea și integrarea sistemelor energetice naționale;

— în ceea ce privește *tehnologiile energetice* problema pentru ECE ar consta în redimensionarea și concentrarea bazei sale tehnologice și de cercetare, în dezvoltarea și aplicarea unor tehnologii de folosire a cărbunelui curate la proprietățile fizice ale lignitului, cărbunelui brun și șistului, și într-o abordare mai curajoasă a tehnologiilor pentru sursele noi și refolosibile de energie. Creșterea anticipată a acestor surse cu 9 mil. t c.c. timp de 30 de ani, după cum s-a proiectat în cazul de referință al CME (plan „realist" ținînd cont de politicile prezente), apare ca fiind o insultă la adresa spiritului inventiv al cercetătorilor și inginerilor din ECE;

— în ceea ce privește *finanțele* problema ar fi de a genera, în primul rînd dintr-o acumulare de capital intern, sume echivalente cu 200 miliarde $ pentru a moderniza producerea și utilizarea de energie în ECE pe următorii 30 de ani [8], evitînd în același timp penalizarea celorlalte sectoare ale economiei sau crearea unor datorii străine nepotrivite. Această sarcină nu este imposibilă, dat fiind că aceste sume corespund la 4% din PIB al ECE pe 1990 și 2% pe 2020.

Există totuși, din capul locului, o problemă în finanțarea importurilor de tehnologie, deoarece lipsește valuta forte. O varietate de programe de asistență multilaterală (PHARE, UNDP, Instituția de Protecția Mediului pe Glob), instituții internaționale de acordare a împrumuturilor (BIRD, BERD, BEI, Banca Nordică de Investiții), bănci comerciale, donatori bilaterali și parteneri de afaceri din domeniul industriei (aranjamente barter, finanțare prin terți, companii mixte, producție locală) oferă asistență în ușurarea problemei [9];

— în ceea ce privește *cooperarea internațională*, țările ECE au de urmat două direcții:

• în primul rînd există necesitatea majorității lor de a se „alinia la grup" pentru a ratifica Protocoalele UN/ECE pentru reducerea emisiilor de sulf, azot și carbon într-un context „internațional", ca și Convențiile pentru evaluarea impactului asupra mediului și pentru accidentele industriale. În mod similar, „Tra-

WEC reference case, while „realistic" under present policies, appears as an insult to the ingenuity of researchers and engineers in CEE

— regarding finance the challenge would be to generate, mostly from domestic capital accumulation, sums equivalent to 200.10^9 $ to modernize energy production and use in CEE over the next 30 years[8], while avoiding to penalize other sectors of the economy or to create undue foreign indebtedness. This is not an impossible task as those sums correspond to 4% of CEE GDP in 1990 and 2% in 2020.

There is, though, an initial problem in financing technology imports as hard currency is lacking. A variety of multilateral assistance programmes (PHARE, UNDP, the Global Environmental Facility), international lending insitutions (IBRD, EBRD, EIB, the Nordic Investment Bank), commercial banks, bilateral donors and the industrial trading partners themselves (barter arrangements, third party financing, joint ventures, local production) assist in softening the problem[9].

— redarding international co-operation the challenges for CEE are twofold: there is first the need for many of them to „join the club" in ratifying the UN/ECE Protocols on the reduction of emissions of sulphur, nitrogen and carbon „in a transboundary" context, as well as the Conventions on environmental impact assessment and on industrial accidents. Similarly, the „Treaty" supplementing the European Energy Charta will be up for ratification, once the present negociations have been concluded;

there is secondly the need to chase the spectre of COMECON and to revitalize intra-regional co-operation among the CEE energy and environmental communities. An interaregional exchange of experience and co-operation (as amply demonstrated in WE) can be of utmost usefulness. Thus, compared with WE, there are not only bigger, but also different problems and approaches to sustainable energy development in CEE. This is confirmed by the Study of the WEC referred to above, which describes the (different) priorites in CEE and WE:

— both, CEE and WE consider „energy efficiency and conservation" as „very important"

— for CEE, „financing" and „institutional deficiencies" are „very important", but not for

[8] UN/ECE: Reformele energetice în Europa Centrală și de Est — primul an, New York, 1991, p. 31.

[9] UN/ECE: Cooperarea financiară multilaterală și bilaterală în regiunea ECE de relevanță pentru protecția mediului — actualizată în 1992; documentul ENVWA/R. 64/Rev. 1, din 31.7.1992, și UN/ECE.: Eficiența energetică în Est-Vest, Seria Energetică ECE nr. 10, Cartea Întîi, anexa I „Asistența tehnică, resurse financiare și aranjamente financiare", New York, 1992, p. 42 etc.

[8] UN/ECE: Energy reforms in central and eastern Europe — the first year, New York 1991, p. 31

[9] UN/ECE: Bilateral and multilateral financial co-operation in the ECE region of relevance to environmental protection — 1992 update; document ENVWA/R. 64/Rev. 1, of 31.7.1992, and UN/ECE: East-West energy efficiency, ECE Energy Series No. 10, Book One ,Annex I „Technical assistance, financial resources and financing arrangements" New York, 1992, p. 42 etc.

tatul" ce suplimentează Carta Europeană a Energiei va fi supus ratificării, în timp ce negocierile prezente au fost încheiate;

• în al doilea rînd, necesitatea de a urmări spectrul COMECON și revitalizarea cooperării intraregionale între comunitățile energetice și de mediu ale ECE. Un schimb de experiență și o cooperare intraregionale (după cum amplu s-a demonstrat în EV) pot fi de un extrem de mare ajutor.

Astfel, în comparație cu EV, există probleme și abordări ale dezvoltării durabile în ECE nu numai mai mari, dar și diferite. Acest lucru este confirmat de studiul CME la care s-a făcut referire mai sus, ce descrie prioritățile (diferite) în ECE și EV:

— ambele, atît ECE, cît și VE, consideră „eficiența energetică și conservarea energiei" ca fiind „foarte importante";

— pentru ECE „finanțarea" și „deficiențele instituționale" sînt „foarte importante", dar nu și pentru EV, pentru care aceste subiecte prezintă o preocupate foarte mică sau nu prezintă nici o preocupare;

— în contrast, „schimbările climatului" sînt „importante" în EV, dar „nu prezintă interes" în ECE[10].

ProritățI diferite! Cine ar fi surprins văzînd circumstanțele, prospectele și constrîngerile reale diferite.

Permiteți-mi să finalizez și să trag concluziile.

ECE rămîne considerabil în urma EV în ceea ce privește eficiența energiei, diversificarea combustibilului și comercială și supravegherea emisiilor. Formularea și implementarea politicilor, instituțiilor și instrumentelor politice de energie și mediu integrate pe termen lung este numai la început. În următorii 30 de ani se așteaptă în mod realist de la ECE să-și dubleze eficiența energetică, să reducă la jumătate emisiile de sulf și azot și să-și stabilizeze emisiile de carbon. Dacă va proceda așa va avansa abordări specifice ce vor diferi de cele urmate de EV nu atît prin natura lor cît prin aspectele pe care vor pune accent, orizontul și profunzimea lor și evoluția întîrziată. Decalajul dintre regiuni ar rămîne practic neschimbat, deoarece se așteaptă ca progresul realizat de EV în reducerea emisiilor și ineficienței să fie comparabil, chiar ceva mai rapid, cu cel realizat de ECE. Pînă în 2020 țările ECE vor fi avansat în mod considerabil pe drumul automenținerii, dar nu *o vor fi realizat.*

Specificitatea celor două regiuni nu dăunează cu nimic dacă este luată în calcul atunci cînd se oferă sau se caută consultanță sau asistență.

În același timp, situațiile și condițiile specifice nu ar trebui să umbrească provocarea comună covîrșitoare a tratării sistemelor energetice din Europa la nivel local, național și

[10] CME, op. cit., p. 164.

WE, for which these issues are of no or low concern

— by contrast, „climate change" is „important" in WE but of „no concern" to CEE[10].

Different priorities! Who would be surprised, seen the different factual circumstances, prospects and constraints.

Some conclusion

CEE is considerably lagging behind WE in terms of energy efficiency, fuel and trade diversification, and emission control. The formulation and implementation of longer-term integrated energy and environmental policies, institutions and policy instruments is at the beginning, only. During the next 30 years, CEE can realistically be expected to double energy efficiency, cut sulphur and nitrogen emissions by half and stabilize carbon emissions. In so doing, the region would develop specific approaches which would differ from those followed in WE not so much by their nature, but by thier emphasis, reduced scope and depth, and delayed evolution. The „time lag" between the two regions would remain practically unchanged, as progress in WE in curbing emissions and inefficiency is expected to be comparable, even slightly faster, than in CEE. By 2020, both regions would have considerably advanced on the road to sustainability, but would not have achieved it.

The specificity of the two regions makes no harm, provided it is taken into account when offering or seeking advice or assistance.

At the same time, the specific situations and conditions should not obscure the overwhelming common challenge of rendering Europe's energy systems locally, nationally and globally „sustainable". The suggestion that the present approaches in CEE and WE would fail to achieve this goal in the next 30 years should give rise to an intensification of efforts within and between the two regions, featuring on the CEE side the ratification of all-European environmental and energy conventions/protocols and the revitalization of intra-regional co-operation, and on the WE side a considerable upgrading of industrial and financial assistance.

global ca fiind „*susținute*". Sugestia cum că abordările prezente în ECE și EV nu vor reuși să realizeze acest scop în următorii 30 de ani ar trebui să ducă la intensificarea eforturilor în interiorul și între cele două regiuni, avînd în vedere din partea ECE ratificarea tuturor protocoalelor/convențiilor de protecția mediului și energie europene și revitalizarea cooperării intraregionale, iar din partea EV o aducere la zi a modalităților de asistență industrială și financiară.

(Primit la 1 noiembrie 1993, acceptat la 13 ianuarie 1994)

[10] WEC, op. cit., p. 164

În articol se prezintă unele soluții constructive speciale care sînt aplicate, sau se pot aplica, în fabricația de turbine cu abur, în scopul îmbunătățirii caracteristicilor tehnice și economice ale acestora.

This paper deals with some special constructive solutions that have been applied or may be applied in the fabrication of steam turbines with the view to improve their technical and economic characteristics.

Soluții constructive speciale aplicabile în fabricația de turbine cu abur

Ing. MIRCEA CÂRDU *

Descriptori: turbine cu aburi, optimizări

Pe parcursul evoluției industriei constructoare de turbine cu abur, au apărut diverse soluții constructive proprii întreprinderilor specializate, în funcție de tipul turbinei (cu acțiune sau cu reacțiune), puterea unitară, caracteristicile aburului utilizat și destinație (pentru termoficare, cu sarcină fluctuantă, pentru centrale nuclearoelectrice etc.). Aceste soluții, care la început erau destul de diversificate, cu timpul s-au restrîns ca număr, ca urmare a aplicării unor operații de optimizare tehnologică și economică.

Din preocuparea întreprinderilor constructoare de turbine cu abur pentru dezvoltarea fabricației acestora, în sensul îmbunătățirii caracteristicilor lor tehnice (randamente superioare) și economice (consum de metal, gabarite și costuri reduse) au rezultat unele măsuri constructive, care nu se aplică încă în mod curent, dar sînt interesante sub aspectul soluțiilor tehnice.

În cele ce urmează vor fi descrise o serie de astfel de soluții, grupate în funcție de efectul pe care îl au, în sensul creșterii performanțelor turbinelor, efecte care apar în titlul capitolelor următoare.

Îmbunătățirea randamentului

Admisia radial-axială în spirală în corpurile de joasă presiune

O soluție specială privitoare la admisia aburului în corpurile de joasă presiune (CJP) ale turbinelor cu debite mari de abur evacuat este preconizată de întreprinderea ABB [4, 22]. Principiul acesteia rezultă din reprezentarea schematică din figura 1.

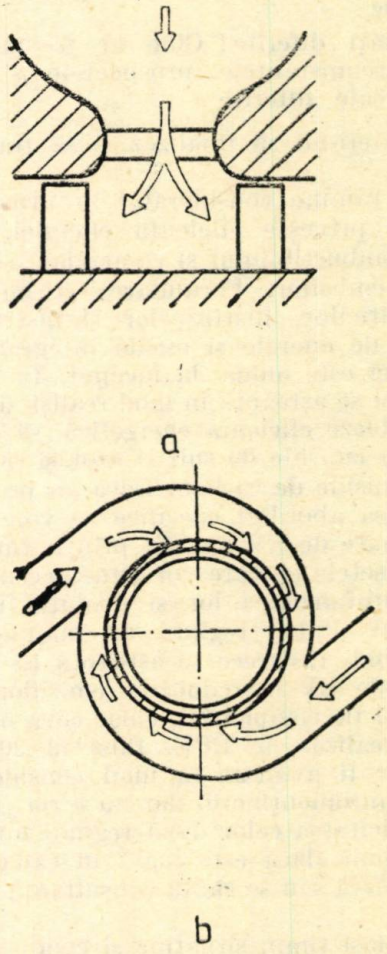


Fig. 1. Admisia în CJP radial-axială în spirală: a — CJP cu prima treaptă radial-axială; b — admisie în spirală.

* Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Energetice — ICSITEE, București.

Admisia aburului în CJP se face prin două conducte dispuse astfel încît îi imprimă acestuia o mișcare spirală care se intensifică în ajutajele radiale ale primei trepte care destinde aburul și îl direcționează sub un unghi, astfel încît intră cu viteză și sub un unghi convenabil în canalele dintre paletele de pe rotor, care constituie partea axială a treptei respective.

Avantajul treptei radial-axiale constă într-un randament superior celui al treptei axiale, precum și dimensiuni axiale mai reduse ale CJP.

Etanșări eficiente la periferia paletelor

Pentru periferia paletelor mobile se pot considera ca soluții clasice etanșările de tip labirint.

Se știe că eficiența etanșărilor de tip labirint, care se aplică și la periferia paletelor de pe rotor, este cu atît mai ridicată cu cît este mai mare numărul de strangulări realizate în spațiile înguste (jocuri) care se formează la capetele lamelelor. Pentru creșterea eficienței, o astfel de etanșare a fost îmbunătățită prin mărirea numărului de lamele de pe stator de la două la cinci, așa cum se vede în figura 2.

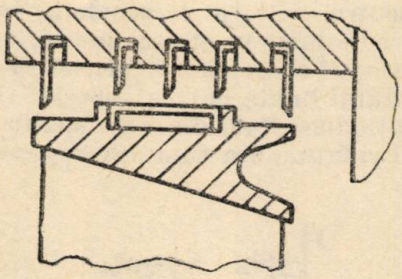


Fig. 2. Etanșări de tip labirint de construcție veche (a) și de construcție nouă, îmbunătățită (b).

Acest lucru a fost posibil prin îngroparea niturilor de fixare a bandajelor de rigidizare în locașurile circulare executate în aceste bandaje [6].

Etanșările de tip labirint cu jocuri radiale au dezavantajul că la deplasarea rotorului din poziția perfect centrică în raport cu statorul, pot apărea forțe aerodinamice neuniforme pe periferia acestuia datorită jocurilor radiale neuniforme la capătul lamelelor. Acest dezechilibru poate avea ca efect oscilații ale rotorului, cu frecvență redusă, cu amplitudini uneori peste limitele admise [11].

Acest dezavantaj al etanșărilor de tip labirint cu jocuri radiale nu se întîlnește la etanșările de tip labirint cu jocuri axiale, de forma celor reprezentate în figura 3 [10, 11, 13].

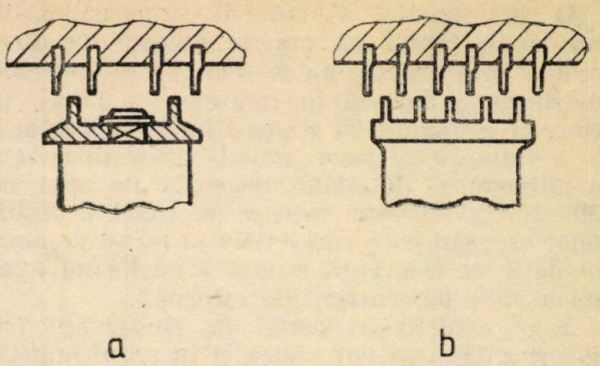


Fig. 3. Etanșări de tip labirint ca jocuri axiale: a — la periferia paletelor rigidizate cu bandaje nituite; b — la periferia paletelor cu capete frezate.

În figura 4 sînt reprezentate schematic o etanșare cu jocuri radiale (I) și una cu jocuri axiale cu lamele și praguri (II), precum și curba (III) care marchează corespondența între jocul radial δ la un labirint de forma (I) și jocul axial c la un labirint de forma (II) pentru efect echivalent. Această curbă a fost determinată prin experiențele efectuate la institutul TKTI din Leningrad [11, 13].

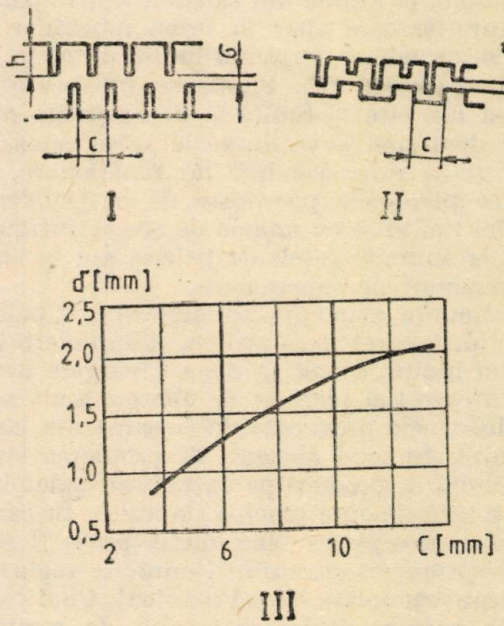


Fig. 4. Comparația etanșărilor cu jocuri axiale cu cele cu jocuri radiale: I — etanșare cu joc axial; II — etanșare cu joc radial; III — curba echivalării celor două etanșări.

Se recomandă ca mărimea δ din figura 4I să aibă valori în limitele $\delta = 0-0{,}1\ c$, iar valoarea optimă a înălțimii h a lamelei este $h = c$ [13].

Din curba din figura 4 III se observă că o etanșare cu jocuri axiale (de forma I) cu $c = 6$ mm este echivalentă cu o etanșare cu jocuri radiale (de forma II) cu $\delta \cong 1{,}25$ mm și cu aceeași valoare a mărimii c (6 mm).

O caracteristică a etanşării cu jocuri axiale rezidă în faptul că practic debitul de abur scăpat prin aceasta nu se schimbă atunci cînd mărimea σ variază în limitele $\pm 0{,}5$ mm, în timp ce o variaţie în aceleaşi limite a jocului δ la o etanşare cu jocuri radiale poate duce la o modificare a debitului respectiv de abur cu 50—100%. Aceasta face ca în cazul utilizării unor etanşări cu jocuri axiale să nu se producă oscilaţii cu frecvenţă redusă atunci cînd apar unele mici descentrări ale rotorului.

Este evident că astfel de construcţii (cu jocuri axiale) se pot aplica şi în cazul etanşărilor între diafragme şi butucii discurilor, precum şi la etanşările de capăt.

Reţele duble de palete

Se ştie că pierderile de profil din reţelele de palete sînt provocate de frecarea din stratul limită din jurul paletelor, neuniformitatea vitezei fluidului la ieşirea din canalele dintre palete şi vîrtejurile care apar în urma muchiilor de ieşire, desprinderea stratului limită de pe profil şi undele de şoc [2]. Pierderile provocate de frecarea din stratul limită şi de existenţa muchiilor de ieşire se întîlnesc la orice reţea de palete şi în orice condiţii de funcţionare, în timp ce pierderile provocate de desprinderea stratului limită şi de undele de şoc se întîlnesc numai la anumite reţele de palete, sau în anumite regimuri de funcţionare.

În anumite zone din canalul dintre palete (zonele difuzoare) pot apărea desprinderi ale stratului limită, avînd ca efect o curgere neregulată în aval şi pierderi de energie mult mai mari decît cele provocate de frecarea din stratul limită. În mod obişnuit desprinderea stratului limită se produce pe extradosul paletelor, în porţiunea dinspre muchia de ieşire. În cazul profilelor cu o formă bine aleasă poate fi evitată desprinderea stratului limită, la regimuri de curgere apropiate de cel nominal. Cînd regimul de curgere diferă mai mult de regimul nominal, diferă în consecinţă de la valoarea nominală şi unghiul de intrare în reţea şi poate să apară desprinderea stratului limită chiar în asemenea cazuri.

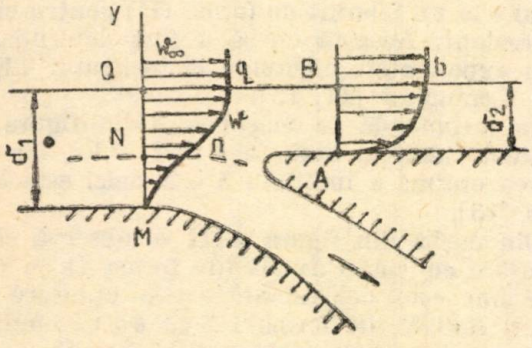


Fig. 5. Absorbţia stratului limită.

În figura 5 este reprezentat profilul vitezelor în stratul limită. Viteza la perete este nulă, iar la o distanţă (măsurată pe axa y perpendiculară pe perete) egală cu grosimea stratului limită δ această viteză este egală cu viteza din fluidul neperturbat de prezenţa peretelui (viteza de la infinit w_∞).

Stratul limită rămîne aderent la perete atîta timp cît $\partial w/\partial y > 0$. Atunci cînd $\partial w/\partial y < 0$ se produce desprinderea stratului limită. În figura 5 prin curba Mnq este reprezentat profilul vitezelor w în stratul limită pentru cazul la limită cînd în punctul M (pentru $y = 0$) $\partial w/\partial y = 0$.

Pentru reducerea grosimii stratului limită şi evitarea desprinderii acestuia şi în consecinţă reducerea pierderilor cauzate de acestea, se aplică adesea absorbţia stratului limită adică extragerea porţiunii mai „obosite" din stratul respectiv, prin punerea în legătură a canalului de curgere cu un spaţiu cu presiune mai mică. Apare astfel o curgere a fluidului din imediata vecinătate a peretelui în sensul indicat de săgeată în figura 5, care are ca efect reducerea grosimii stratului limită de la δ_1 la δ_2 şi „revitalizarea" curgerii în stratul limită, cu $\partial w/\partial y > 0$ (curba Ab) şi cu evitarea în consecinţă a desprinderii [15].

O altă metodă de „revitalizare" a stratului limită (pentru evitarea desprinderii) rezidă în aplicarea suflajului în stratul limită, care este un proces opus absorbţiei, în sensul că în zona în care stratul limită devine „obosit" ($\partial w/\partial y < <0$) se introduce fluid dintr-un spaţiu cu presiune mai ridicată, aşa cum este reprezentat în figura 6.

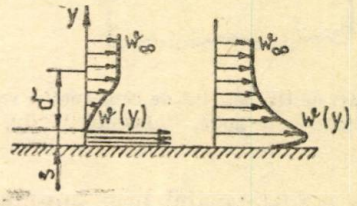


Fig. 6. Suflajul în stratul limită.

Din cele arătate mai sus se explică originea ideii de a se face legătura între intradosul şi extradosul paletei printr-un canal de formă corespunzătoare din punct de vedere aerodinamic şi cu lăţime redusă, astfel încît un debit mic de fluid să se deplaseze de pe intrados, unde se produce absorbţia în stratul limită, pe extrados, unde se produce suflaj în stratul limită. Acest lucru se poate realiza prin înscrierea într-un profil de paletă de origine (poziţia 1 în figura 7) a două profile mai mici (poziţia 2 în figura 7), între care rămîne canalul pentru transferul de masă de la intradosul paletei către extradosul acesteia.

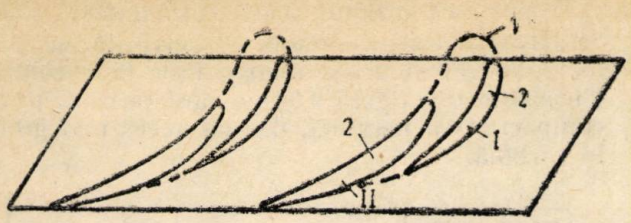


Fig. 7. Rețea dublă de palete: 1 — profil din rețeaua simplă de origine; 2 — profile din rețeaua dublă.

În locul rețelei simple de palete 1 (rețea de origine) se obține astfel o rețea dublă de palete 2.

Prin transferul de masă amintit mai sus se realizează o reducere a grosimii stratului limită atît pe intradosul, cît și pe extradosul paletelor, avînd drept primă consecință atenuarea neuniformității vitezei fluidului la ieșirea din canalele dintre palete, precum și creșterea coeficientului de debit.

Rețelele duble de palete sînt de recomandat atît pentru turbinele cu gaz cu puteri relativ reduse (cu utilizare în transporturi), cît și pentru primele trepte ale turbinelor cu abur [7, 8].

Difuzoare de evacuare cu transfer de masă prin pereți

Se știe că o categorie importantă de pierderi energetice, în cazul turbinelor cu abur, o constituie și pierderile din difuzoarele de evacuare a aburului din corpurile acestora. Aceste pierderi au o pondere cu atît mai mare în totalul pierderilor dintr-o turbină cu cît aceasta are un număr mai mare de difuzoare de evacuare, cum este cazul turbinelor cu mai multe corpuri, deci al celor de mare putere și mai ales al celor cu debite volumetrice de abur foarte mari destinate centralelor nuclearoelectrice (CNE).

O pondere mare în pierderile din difuzoare o dețin pierderile energiei fluidului la trecerea de la porțiunea axială a difuzorului înspre porțiunea radială a acestuia.

În paragraful anterior s-a arătat că una din metodele de eliminare a desprinderii stratului limită rezidă în transferul de masă prin pereți.

Această metodă a fost aplicată într-o soluție constructivă care prevede absorbția stratului limită din zona de trecere de la partea axială înspre partea radială a difuzorului de evacuare [21]. Absorbția se face, așa cum se vede în figura 8, printr-o fantă circulară **3** practicată în zona racordării dintre porțiunea axială și cea radială a difuzorului. Fluidul absorbit prin fanta **3** este colectat în camera toroidală **4** și prin tubul **5** este evacuat din această cameră înspre un punct din instalația turbinei cu presiune mai scăzută decît cea din difuzorul de evacuare în zona fantei **3**. Acest punct din instalație poate fi un preîncălzitor din sistemul de preîncălzire regenerativă sau condensatorul turbinei.

Difuzoare de evacuare cu absorbția stratului limită, de tipul descris mai sus, sînt aplicate în construcția corpului de IP—MP al turbinelor cu abur din generația „Arabelle" realizate de grupul industrial GEC — Alsthom [12, 23].

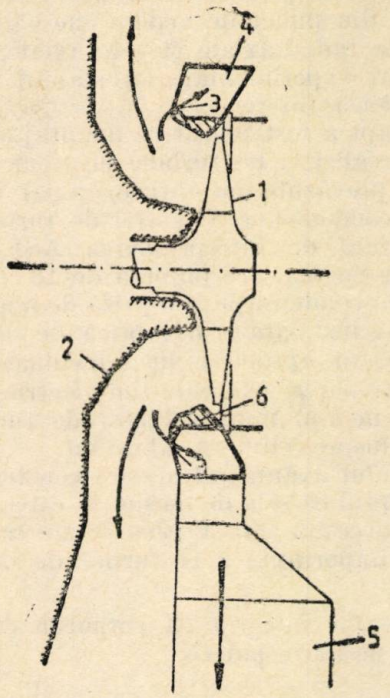


Fig. 8. Difuzor de evacuare, cu absorbția stratului limită: 1 — rotorul; 2— difuzorul de evacuare; 3 — fantă de absorbție; 4 — cameră de colectare; 5 — tub de evacuare din camera 4.

Reducerea dimensiunilor

În acest capitol se vor trata unele măsuri constructive aplicabile la turbinele cu abur, care au ca principal efect reducerea dimensiunilor turbinei propriu-zise sau ale sălii de mașini în care aceasta este instalată. Ca o consecință a reducerii dimensiunilor turbinei propriu-zise apare evident și o reducere a greutății acesteia și, în multe cazuri, a costurilor de fabricație. Reducerea dimensiunilor sălii de mașini are de asemenea ca efect o reducere a consumurilor de materiale și deci a costurilor de investiții.

În unele situații, pe lîngă efectul principal al reducerii dimensiunilor, măsurile constructive care se aplică au ca efect și îmbunătățirea unor caracteristici tehnice ale turbinei, cum ar fi randamentul sau altele.

Difuzor axial de evacuare la condensator. Se cunoaște că din pierderile de energie caracteristice difuzoarelor de evacuare fac parte și pierderile datorită schimbării direcției de curgere a fluidului la trecerea de la porțiunea axială a difuzorului înspre porțiunea radială a acestuia. Aceste pierderi caracterizează de fapt diferența, din punct de vedere energetic, între difuzoarele radial-axiale și cele axiale.

Cercetări experimentale au stabilit cantitativ asemenea diferențe.

Acest fapt a fost folosit ca avantaj energetic în cazul realizării de turbine cu abur cu condensație prevăzute cu difuzor axial de evacuare la condensator. O astfel de turbină este cea realizată de întreprinderea ASEA Stal-Laval din Suedia, are puterea de 13 MW, este de tipul cu condensație și o priză de abur reglabilă și este instalată la o fabrică de săpun din Ivorydale, în apropiere de Cincinnati, Ohio, SUA. Antrenarea generatorului electric se face prin intermediul unui reductor de turație, în partea dinspre admisia aburului.

Principalul avantaj al acestei construcții rezidă în faptul că sala de mașini în care se instalează nu necesită subsol, ceea ce are ca efect o reducere importantă a costurilor de investiții.

Condensator integrat cu corpurile de JP la turbinele de mare putere

La construcțiile clasice de instalații cu turbine cu abur cu condensație, condensatorul este amplasat sub turbină, sub planșeul fundației pe care este montat turboagregatul.

La turbinele de mare putere și mai ales în cazul turbinelor pentru CNE, debitele volumetrice foarte mari de abur evacuat la condensator fac ca acesta să aibă dimensiuni deosebit de mari. Amplasarea clasică a condensatorului sub planșeul fundației (planșeu sprijinit pe stîlpi) impune o valoare mare a cotei nivelului acestui planșeu față de cota 0 („zero") a sălii de mașini.

Valoarea mare a cotei planșeului de deservire a turboagregatului impune o înălțime mare a întregii construcții a sălii turboagregatelor, care antrenează costuri mari de investiții.

Pentru înlăturarea acestui dezavantaj, la categoriile de turbine amintite (de mare putere sau pentru CNE), unele întreprinderi constructoare folosesc scheme de amplasare a condensatorului la nivelul planșeului de deservire a turboagregatului sau puțin sub acesta (condensator integrat cu corpurile de JP ale turbinei).

În figura 9 sînt reprezentate două asemenea scheme : în figura 9*a* cele două zone schimbătoare de căldură sînt amplasate lateral, simetric față de corpurile de JP ale turbinei (dispoziția compactă simetrică) [21].

Dispoziția din figura 9 este caracterizată prin următoarele : spațiu redus pe verticală, spațiu mare lateral și acces relativ ușor la turbină. Dispoziția din figura 9 *b* este caracterizată prin compactitatea maximă, dar cu acces mai greu la turbină.

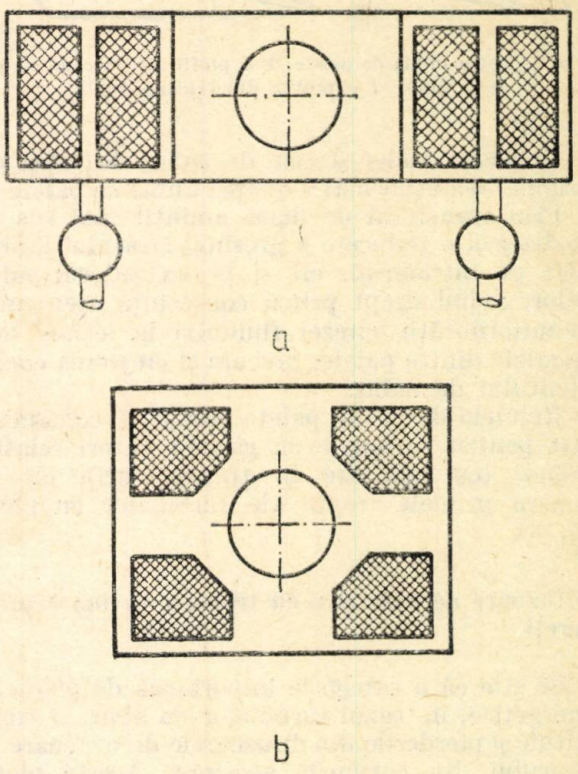


Fig. 9. Scheme de dispoziții ale condensatorului integrat față de corpurile de JP ale turbinei: a — dispoziția simetrică laterală; b — dispoziția compactă simetrică.

În majoritatea cazurilor se utilizează dispoziția din figura 9, însă întreprinderile constructoare de turbine din Marea Britanie aplică și dispoziția reprezentată schematic în figura 9.

Construcția turbinei cu condensator integrat se caracterizează și prin consumuri de materiale și manoperă și deci costuri mai reduse.

Palete mobile din titan

Puterea unitară limită a turbinelor cu abur este dictată în bună măsură de lungimea activă a paletelor mobile pentru ultimele trepte de destindere din care se face evacuarea aburului la condensator. Cu cît această lungime, mai precis aria secțiunii de evacuare din ultima treaptă, este mai mare, cu atît puterea unitară a turbinei, cu un număr de corpuri de JP acceptabil (maximum 4), este mai ridicată.

Astfel judecate lucrurile, cu cît lungimea paletei (pentru un diametru mediu dat) pentru ultima treaptă este mai mare, se poate

construi o turbină cu o putere dată, cu un număr de corpuri de JP (sau fluxuri de evacuare la condensator) mai redus, avînd drept consecinţă o lungime totală a turbinei mai redusă. Acest lucru se reflectă în mod pozitiv asupra consumului de metal şi costului de fabricaţie al turbinei, precum şi asupra costurilor de investiţii ale centralei termoelectrice în ansamblu.

Problema realizării de palete lungi este însă una din cele mai grele care se pun întreprinderilor constructoare de turbine cu abur, în activitatea acestora de dezvoltare a producţiei şi de promovare a progresului tehnic. Aceasta deoarece lungimea paletelor pentru ultimele trepte este limitată din punct de vedere tehnic, din motive legate de rezistenţa materialelor clasice care se utilizează pentru fabricaţia paletelor respective (oţel aliat cu conţinut de circa 13% Cr).

Se consideră că, în cazul turaţiei de 3000 rot/min, lungimea activă l_a de 1000 mm, pentru un raport $d_m/l_a = 2{,}5 \ldots 3{,}0$ (d_m = diametrul mediu al treptei) reprezintă o performanţă. Lungimea l_a de 1200 mm reprezintă deja limita tehnică pentru cazul utilizării oţelului inoxidabil şi deci graniţa între domeniul caracteristic acestui material clasic şi alte materiale cu proprietăţi superioare, dar mai scumpe.

În tabelul 1 se dau exemple de palete cu $l_a \geq 1000$ mm din oţel inoxidabil realizate de diverse întreprinderi constructoare, pentru turbine cu turaţia de 3000 rot/min.

cu abur au organizat, încă din perioada anilor '70, cercetări pe modele din aliaje de titan. Aceste palete experimentale au fost montate în turbine, pentru a funcţiona în condiţii reale de exploatare, în vederea obţinerii de date în urma efectuării probelor de anduranţă realizate în acest fel.

Astfel, întreprinderea Skoda a experimentat palete dintr-un aliaj de titan (Ti-5 Al-2,5 Sn) la o turbină de 55 MW [3].

Întreprinderea Westinghouse din SUA a cercetat problema realizării paletelor lungi din titan, utilizînd palete experimentale cu lungimea de 584 mm pentru turaţia de 3600 rot/min.

Un alt exemplu în acest sens este cel oferit de întreprinderea ABB care, pe lîngă paletele cu $l_a = 1200$ din oţel inoxidabil (tabelul 1), la turbina de 1230 MW de la CNE Graben a montat şi palete din aliaj de titan, pentru a obţine date comparative privind comportarea în timp a celor două materiale, în special sub aspectul rezistenţei la acţiunea erozivă a aburului umed [14].

De asemenea, în URSS au fost organizate cercetări pe modele de palete executate din aliaje de titan. Pe baza acestor cercetări au fost puse la punct palete cu $l_a = 1200$ mm pentru treapta cu $d_m = 3000$ mm ($\Omega_e = 11{,}3$ m^2). Acestea au fost aplicate în construcţia turbinei cu abur de 1200 MW tip K-1200-240 pentru centrale termoelectrice clasice, realizată de întreprinderea LMZ din Leningrad. Paleta

Tabel 1

Palete cu $l_a \geq 1000$ mm pentru turbine cu turaţia de 3000 rot/min

Intreprinderea constructoare	Ţara	l_a [mm]	$\frac{d_m}{l_a}$	Ω_e [m^2]	Sursa bibliografică
Dong Fang*	R. P. Chineză	1000	2,6	8,164	[23]
Mitsubishi	Japonia	1016	2,78	9,0	[6, 8]
GEC-Alsthom	Anglia, Franţa	1044	2,63	9,0	[20]
ABB	Elveţia, Suedia	1048	2,96	10,208	[18]
HTZ (Harkov)	URSS	1050	2,55	8?828	[13,22]
Skoda	Cehoslovacia	1080	2,62	9,599	[3]
ABB	Elveţia, Suedia	1200	2,71	12,253	[18]

* În colaborare cu Westinghouse Electric Canada Ltd.

Ω_e reprezintă aria secţiunii de evacuare din treapta cu palete de lungime l_a.

În scopul realizării de palete cu $l_a \geq 1200$ mm unele întreprinderi constructoare de turbine din aliaj de titan cu $l_a = 1200$ mm aşezată pe $d_m = 3000$ mm este utilizată şi la turbina de 1000 MW tip K-1000-60/3000 executată de LMZ pentru CNE.

Întreprinderea GEC-Alsthom a realizat o paletă din titan (TA 6 V cu masa specifică 4,4 kg/dm^3) cu $l_a = 1360$ mm, aria secțiunii de evacuare din treaptă fiind de 14,6 m^2[16]. Această arie este de 1,62 ori mai mare decît aria asigurată cu cea mai lungă paletă din oțel inoxidabil pe care o posedă întreprinderea respectivă (tabelul 1).

Treapta care utilizează paleta cu $l_a = 1360$ mm este adecvată funcționării cu un vid nominal de 0,12 bar și se caracterizează printr-o putere nominală de 51 MW. Intrarea aburului în canalele dintre palete se face la o viteză subsonică, însă viteza relativă a aburului la ieșirea din aceste canale variază de la bază spre vîrf în limitele Ma = 1,2—1,7.

Pentru rigidizare, în vederea asigurării unor frecvențe proprii de vibrație nepericuloase în raport cu turația turbinei, paletele sînt prevăzute cu două legături continui. Acestea se asigură prin aripioarele cu care sînt prevăzute paletele, plasate la o distanță de 0,7 l_a și respectiv la periferia acestora.

Forța centrifugă care acționează asupra unei palete depășește valoarea de 350 t.

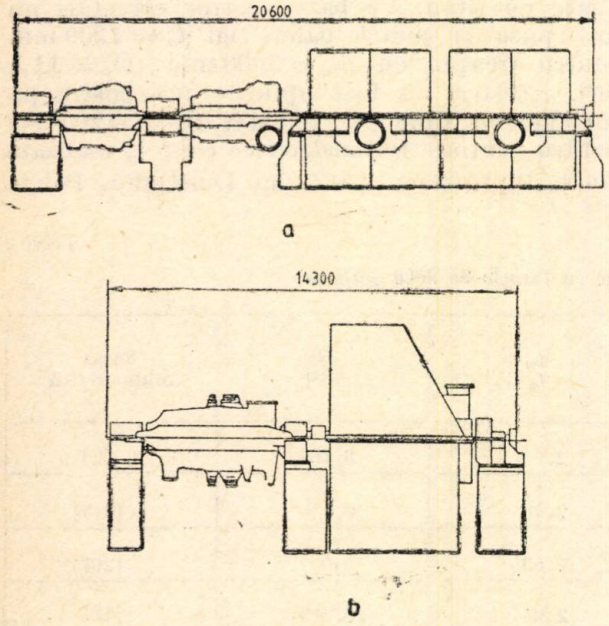


Fig. 10. Turbine cu abur de 320 MW: a — soluție cu l_a=710 mm; b — soluție cu l_a=1360 mm.

În urma analizării variantelor posibile de adoptat pentru forma piciorului de fixare a paletei în rotor, a rezultat ca oportună fixarea cu picior curb, cu profil „con de brad". O astfel de fixare permite realizarea unei palete cu lățimea cu 20% mai redusă decît cea posibil de realizat în cazul unor alte tipuri de fixare.

Efectul deosebit de important al utilizării paletelor cu $l_a = 1360$ mm, din punctul de vedere al reducerii lungimii turbinelor cu abur de mare putere, se poate urmări în figura 10, în care este reprezentată o turbină de 320 MW cu paletele la ultimele trepte avînd $l_a = 710$ mm (figura 10*a*) și o turbină cu aceeași putere avînd $l_a = 1360$ mm (figura 10*b*). La ambele turbine vidul în condensator are valoarea de 0,05 bar.

Diferența de lungime în favoarea construcției cu $l_a = 1360$ mm este de 30% și ea se datorește, pe de o parte, numărului redus de fluxuri de evacuare a aburului la condensator (unu în loc de patru) și, pe de altă parte, faptului că turbina din figura 10*b* are un corp combinat de IP—MP, în timp ce turbina din figura 10*a* are corpurile de IP și respectiv MP separate.

Este de menționat că turbina de 330 MW care se execută la Întreprinderea de Mașini Grele București (IMGB) pe baza unei licențe de fabricație de la întreprinderile Alsthom-Rateau-Schneider are palete la ultima treaptă cu $l_a = 785$ mm [1], pentru o valoare a vidului în condensator de 0,035 bar. Structura și lungimea acestei turbine (FIC 330) sînt similare cu cele ale turbinei reprezentate în figura 10*a*.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cârdu, M. *Turbina cu abur de 350 MW — realizare a industriei constructoare de mașini grele.* În: Construcția de Mașini 26 (1974), nr. 1.

[2] Creța, G. *Turbine cu abur și cu gaze.* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.

[3] Drahy, J. *Entwicklung und Forschung auf dem Gebiet der grosser Dampfturbinen.* În: Skoda revue, 4, 1972.

[4] Hebel, G. *Steigerung von Wirkungsgrad und Verfübarkeit bei Dampfturbinen.* În: BBC — Nachrichten, 62, No. 10, 1980.

[5] Hirota, Y., Hizume, A., Nakagami, Y., Kadoya, Y. *Recent Technology on Large Steam Turbines, Mitsubischi Heavy Industries, Ltd.* În: Technical Review, october, 1987.

[6] Kawai, T. *Recent steam turbine technology* În: Turbomachinery International, Vol. 25, No. 2, March, 1984.

[7] Kostiucenko, S., Mitiușkin, Iu. I., Cerniș, V. M., Ronzin, V. D. *Raspredelenie staticeskovo davlenia po profiliu parnoi lopatki i drughie aerodinamiceskie harakteristiki dvuhreadnoi turbinoi rešetki.* În: Energhia, 11, 1987.

[8] Langovoi, S. M., Mitiușkin, Iu. I. *Vlianie udlinenia lopatok na effecktivnosti soplovovo apparata transportnîh gazovoi turbini s dvuhreadnîh rešetkoi.* În: Energhetika, 9, 1983.

[9] Ogurțov, A. P., Rîjkov, V. K., Nejențev, Iu. N., Balba, L. Ia., *Turbini Leningradskovo metallideskogo zavoda dlea atomnoi energhetiki.* In: Teploenerghetika, 9, 1981.

[10] Oliapiev, V. I. *Problema borbi s nizkociastotnoi vibrației valoprovoda energheticeskih paroturbinnîh agregatov bolșoi moșcinosti.* În: Teploenerghetika, 1978.

[11] Orlik, V. G., Reznik, L. *B. Novîi tip labirintovîh uplotnenii dlea turbomașin.* În: Energomașinostroenie, 5, 1978.

[12] Riollet, G., Brunar, H. R. *New generation Arabelle 1500 MW steam turbines use major design advances.* În: Modern Power Systems, November, 1983.

[13] Safonov, L. P., Orlik, V. G., Krupskii, L. G. *O țelesoobraznosti primenenia uplotnenii s osovîm zazorami o parovîh turbinah.* În: Teploenerghetika, 6, 1979.

[14] Scharff, W., Sonin, J., Riolo, H. *La centrale nucleaire de 1200 MW de Graben.* În: Revue Brown Boweri, tome 63, No. 1, 1976.

[15] Schlichting, G. *Teoria prograničinovo sloia.* În: Izd, Nauka, Moscova, 1974.

[16] Wallon, M. *Les dernières ailettes: facteur-clé dans l'évolution des turbines à vapeur.* În: Revue Alsthom, No. 9, 1987.

[17] * * * Modern Power Station Practice, Vol. 3., Pergamon Press Oxford, 1971.

[18] * * * *Techniceskii progress energheliki SSSR.* Energoatomizdat, Moscova, 1986.

[19] * * * Dong Fang Steam Turbine Works, China National Machinery and Equipment Import and Export Corporation Sichuan Branch.

[20] * * * *Cogeneration and alternate energie technologies.* In: Turbomachinery International, Vol. 25, No. 2, March, 1984.

[21] * * * *Brevet SUA 4214452, Exhaust device for a condensable fluid axial-flow turbine.*

[22] * * * *Brevet R. F. Germania No. 2503493, Thermische Turbomaschine, insbesondere Niederdruck-Dampfturbine.*

[23] Cârdu, M. *Fabricația de turbine cu abur la uzinele din Franța ale grupului industrial GEC-Alsthom.* În: Energetica 39, 1991, Nr. 4—A.

(Primit la 11 septembrie 1991, acceptat la 11 ianuarie 1994)

Recenzie

BASU, P. și FRASER, S.A. Circulating Fluidized Bed Boilers. Design and Operations (Cazane cu strat fluidizat în circulație. Concepție și utilizări). Butterworth—Heinemann, 1991 Stoneham (S.U.A.): 341 pag. cu 98 fig., 39 tabele, 255 referințe bibliografice.

În prezent, tehnologia arderii combustibililor solizi în strat fluidizat în circulație este în plină ofensivă. Rezultatele pozitive certe justifică atit succesul obținut, cît și tendința de răspîndire. Din păcate însă, acest concept de ardere este plasat între așa-numitele „tehnologii noi", despre care deși se vorbește sau se scrie foarte mult, au fost publicate foarte puține informații privind proiectarea și chiar exploatarea unor asemenea sisteme. Privită din acest unghi, cartea recenzată acoperă o listă importantă în literatura tehnică.

În comparație cu o altă carte apărută mai înainte (BASU, P. (editor) — Fluidized Bed Bolilers. Desing and Application — Toronto (Canada), Pergamon Press, 1984) pentru care unul dintre autori (Prof. P. Basu) era editorul cărții în care fiecare capitol era redactat de unul sau mai mulți specialiști de marcă în domeniu, de această dată s-a adoptat prezentarea unei monografi asupra cazanelor cu ardere în strat fluidizat în circulație. Autorii sînt: Prabir Basu, profesor la Technical University of Nova Scoția, Halifax, Canada și Scott A. Fraser, inginer consilier la Nova Scoția Power Corporation, Halifax, Canada.

În prefața lucrării sînt enunțate clar scopurile monografiei, și anume acelea de „*a înarma pe inginerii practicieni și pe studenți cu cunoștințe privind concepția și exploatarea cazanelor cu strat fluidizat în circulație*". Se consideră că nu sînt necesare cunoștințe preliminare din domeniul sistemelor cu strat fluidizat. Cartea este împărțită în 10 capitole și patru anexe.

După o scurtă trecere în revistă a istoriei tehnologiei stratului fluidizat, în care se insistă asupra arderii în strat fluidizat, în capitolul I, **Introducere,** sînt tratate trei subiecte fundamentale: a) Ce este un cazan cu strat fluidizat în circulație?; b) Caracteristicile unui cazan cu strat fluidizat în circulație; c) Compararea tehnologiilor de ardere a cărbunelui (grătar, strat fluidizat staționar, strat fluidizat în circulație, ardere în stare pulverizată).

În capitolul II, **Hidrodinamica,** sînt prezentate succint problemele hidrodinamicii stratului fluidizat interesînd în special proiectarea și exploatarea cazanelor cu strat fluidizat în circulație. Materialul tratat este grupat în patru subcapitole:

(Continuare în p. 97)

Căile prioritare de mărire a gradului de utilizare a potențialului hidroenergetic din România

Ing. DUMITRU SPIRIDON *

În articol se arată care sînt căile principale de folosire rațională, în condițiile actuale de eficiență economică, a potențialului hidroenergetic din România în următorii 10—15 ani:
— optimizarea energoeconomică a exploatării CHE existente pentru creșterea producției de energie;
— terminarea lucrărilor din cadrul schemelor unor CHE puse în funcțiune;
— construirea și punerea în funcțiune a CHE ale căror lucrări de șantier sînt începute, dar sistate după 1980;
— construirea de microhidrocentrale;
— realizarea primei CHEAP cu regularizare zilnic-săptămînală, care va contribui în principal la ameliorarea stabilității SEN al României, condiție optimă energoeconomică de conexiune cu alte sisteme electroenergetice etc.

The paper presents the main ways of efficiently using the Romanian hydropower potentiality under the present economic conditions for the following 10 — 15 years:
— optimizing the existing Hydro Power Stations operation for increasing the energy output;
— completion of works within the projects regarding several Hydro Power Stations set in operation
— construction and operation of Hydro Power Stations whose site works have been started but not continued after 1989;
— completion of the first Pumped Storage Power Station with daily — weelly control contributing mainly to the National Power System stability and representing at the same time an optimum energy and economic condition related to other electric power systems.

Descriptori: hidroenergetică, potențial, grad de utilizare, România

România dispune de surse de apă relativ importante care constituie o mare parte a avuției naționale, solicitate să contribuie la dezvoltarea social-economică a țării, pentru satisfacerea cu apă a populației și industriei, creșterea producției agricole, apărarea împotriva inundațiilor și protecția apelor împotriva poluării.

În prezent, cînd la scară mondială se caută mijloace de economisire maximă a rezervelor energetice clasice, în același timp cu găsirea și exploatarea unor noi surse de energie, valorificarea potențialului hidroenergetic se impune și mai mult și se înscrie în căile prioritare de folosire. În întreaga lume, în contextul căutării unor surse suplimentare de energie, pe cursurile de apă cu potențial important se studiază noi soluții tehnice adecvate pentru dezvoltarea de centrale hidroelectrice (CHE) de mică putere (MHC — microhidrocentrale), pentru folosirea hidroenergetică a cursurilor de apă cu potențial redus sau a căderilor disponibile din

* Institutul de Studii și Proiectări Hidroenergetice — ISPH, București.

cadrul construcţiilor hidrotehnice destinate folosirii raţionale a tuturor resurselor hidraulice etc.

Potenţialul hidroenergetic tehnic amenajabil al României, în prezent este evaluat la circa 42 000 GW/an, cu o putere în centralele mari şi mici de circa 15 700 MW, din care aproximativ 12250 GW/an la CHE de pe Dunăre, cu o putere instalată de aproape 3 000 MW. Micropotenţialul hidroenergetic tehnic amenajabil inventariat este evaluat la aproximativ 3800 GW/an; din acest potenţial care nu se suprapune peste cel determinat pentru CHE este evaluat la o putere de circa 1300 MW, cu o producţie într-un an mediu de circa 3200 GWh/an.

La finele anului 1993 erau amenajate şi în exploatare centrale hidroelectrice care totalizau o putere instalată de aproape 5 800 MW (fără aportul microhidrocentralelor), cu o producţie medie de circa 16 100 GWh/an, reprezentînd un grad de utilizare a potenţialului tehnic amenajabil de aproximativ 38%. În comparaţie cu gradul de utilizare a potenţialului hidroenergetic în alte ţări europene (Elveţia 95%; Franţa — 92%; Italia — 70% şi Austria — 70% etc.) România mai are de valorificat o cotă importantă din acest potenţial (economic amenajabil apreciat astăzi la peste 70% din potenţialul tehnic fără microhidrocentrale).

Producţia medie anuală a centralelor hidroelectrice în exploatare la finele anului 1993 constituia aproape 30% din producţia de energie electrică a tuturor centralelor produsă în acelaşi an în sistemul energetic naţional.

Căile prioritare de sporire a gradului de utilizare a potenţialului hidroenergetic pe următorii 10—15 ani ar fi:

— *Terminarea lucrărilor din cadrul schemelor de amenajare a unor CHE puse în funcţiune*, în special captări şi aducţiuni secundare prin care s-ar obţine un spor de energie în centralele aferente de circa 500 GWh/an (CHE din bazinele Crişurilor Mureş, Timiş — Bîrzava, Jiu, Olt, Argeş, Dunăre — supraînălţarea cotei de exploatare la CHE Porţile de Fier I etc.).

— *Realizarea şi punerea în funcţiune a CHE ale căror lucrări de şantier sînt începute, dar sistate după 1989.* Prin acestea s-ar putea obţine un spor de energie de 2 900 GWh/an. În acest fel, potenţialul hidroenergetic folosit ar ajunge la circa 19 500 GWh/an (16 100 + + 500 + 2 900), reprezentînd astfel peste 46% din potenţialul tehnic amenajabil. Acest potenţial de 19 500 GWh/an ar echivala cu o economie anuală de combustibil de peste 8 milioane tc.c. sau peste 30 milioane tone cărbune (1800 kcal/kg) şi cu efecte ecologice pozitive asupra mediului ambiant şi degrevarea balanţei de combustibil a ţării. Terminarea lucrărilor de la CHE puse în funcţiune şi a celor la care lucrările de şantier sînt începute, care ar duce la o sporire a gradului de utilizare a potenţialului hidroenergetic tehnic amenajabil de la 38 la 46% (cu circa 3400 GWh/an) ar necesita investiţii de aproape 1200 miliarde de lei, investiţia specifică revenind la 350 lei/kWh şi preţul de cost la 8—10 lei/kWh (preţuri trim. III 1993). Acest spor de energie electrică ar echivala cu o economie de combustibil anuală în ramura energetică de circa 1,4 milioane t c.c., care în cazul cărbunelui ar valora circa 100 milioane $ sau 85 miliarde de lei.

— *Realizarea de microhidrocentrale.* Gradul de folosire a potenţialului hidroenergetic tehnic amenajabil se impune a fi îmbunătăţit în sensul că în paralel cu amenajarea de mari centrale hidro să se aibă în vedere şi realizarea de centrale cu puteri mici sau MHC de pe cursurile de apă cu potenţial mai redus şi care ar contribui în mod benefic la satisfacerea nevoilor de electricitate şi de apă la nivel local etc.

— *Realizarea primei CHEAP cu o putere de 1000 MW cu compensare zilnic — săptămînală.* În România este oportună punerea în funcţiune a unei CHEAP; avîndu-se în vedere că în structura SEN va creşte producţia de energie electrică pe bază de cărbune şi în centralele nuclearoelectrice, va apărea un excendent de energie de bază disponibil în golurile de sarcină. Totodată, această CHEAP, pe lîngă faptul că va contribui substanţial la îmbunătăţirea stabilităţii SEN al României, va crea condiţii funcţionale optime energoeconomice de participare la schimburi prin interconexiune cu sistemele electroenergetice învecinate. România dispune de condiţii favorabile de realizare de CHEAP. Construirea de CHEAP ar prezenta interes şi pentru unele ţări vecine prin cooperare, în condiţii de schimb prin interconexiune. Centralele hidroelectrice de acumulare prin pompaj, datorită contribuţiei lor la asigurarea cerinţelor energiei de vîrf mereu crescînde, precum şi celorlalte funcţii pe care le îndeplinesc, au cunoscut în lume o mare dezvoltare în ultimele decenii ale secolului nostru. Dacă în 1970 erau în exploatare CHEAP cu o putere instalată de 17 000 MW (Europa — 8 000 MW; SUA — 6000 MW; Japonia — 2600 MW) în 1990 au ajuns la 74 000 MW (283 CHEAP) şi erau în construcţie 37 CHEAP cu o putere instalată de 25 000 MW; deci se poate anticipa ca pînă la finele anului 1995 vor fi în funcţiune CHEAP cu o putere instalată de 100 000 MW. În unele ţări vecine sînt în exploatare: CHEAP Banja Basta din Iugoslavia cu grupuri de 315 MW şi CHEAP Ciaira din Bulgaria cu grupuri unitare de 216 MW, avînd căderi apropiate de acelea de la CHEAP Tarniţa-Lăpuşteşti de pe rîul Someşul Cald (proiect).

— *Realizarea de CHEAP cu compensare sezonieră*, folosind schemele de amenajare ale CHE cu lacuri în amonte şi aval, care se golesc şi se umplu pe mai multe luni. Pompajul se face în general în timpul verii, cu întrerupere în timpul vîrfurilor de sarcină, fiind posibilă şi funcţionarea cu ciclu zilnic-săptămînal în timpul semestrului de iarnă. Prin aceste tipuri de pompaje se realizează sporuri de energie productibilă de iarnă ale CHEAP, cu un consum de combustibil pentru pompaj în timpul verii cu un cost redus. Un exemplu în acest caz l-ar constitui CHE Sebeş Gîlceag-Şugag, unde s-ar folosi ca lac superior lacul Oaşa (cu volum util 126 milioane m^3) şi ca lac inferior Tău (cu volum util 18,5 milioane m^3). Orientativ s-ar obţine cu un debit instalat în staţia de pompare de 12 m^3/s, cu putere instalată de 70 MW, în condiţii favorabile economice, un spor de energie de vîrf de iarnă de circa 140 GWh/an cu energie consumată pentru pompaj de 200 GWh/an.

— *Exploatarea optimă a centralelor hidroelectrice*:

• optimizarea la nivel de centrală prin întocmirea corectă a unui grafic de funcţionare, precum şi a reviziei aparatelor şi staţiilor;

• optimizarea funcţionării cascadei de centrale situate în aval de CHE cu mari lacuri de acumulare (de exemplu Bicaz şi CHE de pe Bistriţa, Corbeni (Vidraru) şi Argeş-aval etc.);

• optimizarea funcţionării CHE la nivelul sistemului energetic naţional.

— *Creşterea producţiei de energie hidroelectrică prin;*

• modernizarea unor echipamente din unele centrale hidroelectrice;

• exploatarea agregatelor unor CHE la caracteristicile lor optime — randamente maxime, capacităţi de înghiţire sporite faţă de cele proiectate etc.;

• îmbunătăţirea comportării în exploatare a echipamentelor hidromecanice în CHE;

• exploatarea optimă a acumulărilor mari din cadrul CHE, prin folosirea eficientă a debitelor şi căderilor;

• folosirea optimă energo-economică a potenţialului hidroenergetic amenajat etc.

Pentru a obţine în continuare o creştere a gradului de utilizare a potenţialului hidroenergetic din România în condiţiile de eficienţă economică în cadrul economiei de piaţă şi în contextul construcţiilor hidrotehnice solicitate de satisfacerea cerinţelor mereu crescînde de celelalte folosinţe de gospodărire a apelor, consider că ar fi necesar să se aibă în vedere cu prioritate următoarele:

— Reactualizarea potenţialului hidroenergetic tehnic amenajabil al cursurilor de apă din România. Se vor reactualiza schemele de amenajare a centralelor hidroelectrice şi microhidrocentralelor în corelaţie cu schemele de folosire complexă a cursurilor de apă, cu actualizarea datelor hidrologice, geologice, a posibilităţilor de creare de acumulări etc. În zona de munte, unde cursurile de apă totalizează într-un an mediu un stoc de circa 24 miliarde m^3, ar fi necesare acumulări cu un volum de circa 15 miliarde m^3. Din acestea suplimentar peste prevederile hidroenergetice ar mai fi necesare încă 5 miliarde m^3 pentru a se asigura regularizarea debitelor pentru celelelalte folosinţe. Pentru a mări buna corelare a lucrărilor hidroenergetice cu amenajările hidrotehnice cu folosinţe preponderent complexe ar fi indicat să se urmărească:

• valorificarea energetică mai eficientă a acumulărilor de interes complex;

• lacurile prevăzute în schemele CHE vor fi dimensionate în limitele necesare pentru regularizarea debitelor pentru folosinţe complexe şi pentru atenuarea viiturilor;

• elaborarea de scheme prevăzînd amenajarea de CHE legate de acumulări şi derivaţiile complexe pentru transfer de debite din bazinele hidrografice excedentare în cele deficitare;

• folosirea eficientă energoeconomică (CHE sau MHC) a căderilor create de lucrări hidrotehnice din cadrul acumulărilor cu apă şi cele prevăzute pentru regularizarea cursurilor de apă etc.

În zona de deal şi cîmpie, potenţialul hidroenergetic poate fi folosit în mare măsură prin corelarea unor lucrări cu destinaţie variată (construirea de baraje de acumulare cu rol complex): regularizarea şi îndiguirea cursurilor de ape mai importante, amenajarea de căi navigabile şi alte folosinţe. Lacurile de acumulare din această zonă, estimate la circa 8—10 miliarde m^3 sînt prevăzute pentru asigurarea debitelor pentru irigaţii, atenuarea viiturilor etc. Pentru această zonă, în cadrul corelării cu cele pentru folosinţe complexe este raţional să se urmărească reactualizarea şi extinderea schemelor de amenajare în cascadă de cădere medie şi mică (40...6 m) cu baraje de acumulare sau de biefare pe cursurile de apă importante cum sînt: Olt, Jiu, Argeş — Mostiştea, Siret, Mureş, Someş etc. Prin biefarea în zona inferioară a importantelor cursuri de apă, inclusiv şenalizare pentru navigaţie, este indicată prevederea de CHE echipate cu grupuri reversibile ca Olt — aval (pentru Jiu aval, pentru Argeş — aval această schemă o are Mostiştea, Siret aval), care ar permite ca debite din Dunăre, pentru zonele inferioare, să asigure cerinţele pentru irigaţii şi alimentări cu apă, fără să fie nevoie să se apeleze la acumulările din amonte (din zona mon-

tană), care sînt mai scumpe și situate la sute de kilometri în amonte (mai puțin eficiente).

Totodată, realizarea unor acumulări importante în zona de deal și cîmpie poate genera efecte economice defavorabile, care privesc cu deosebire scoaterea din circuitul productiv a unor însemnate suprafețe agricole și strămutări de localități. Pentru a preîntîmpina astfel de urmări se impune reducerea volumelor acumulărilor care implică pagube importante, diferența de volume de apă compensîndu-se prin amenajarea lacurilor de acumulare pe sectoarele de rîu în care există condiții favorabile, cascade de CHE combinate cu pompaj din Dunăre.

— Inventarierea posibilităților de creștere de producție de energie de la centralele hidroelectrice existente.

— Reactualizarea studiilor de optimizare în exploatarea CHE existente, ținînd seama de structura celorlalte centrale din SEN și de cerințele celorlalte folosințe ale apelor.

— Continuarea lucrărilor de studii și proiectare (1994—1996) pentru elaborarea proiectului tehnic pentru CHEAP Tarnita-Lăpuștești și STE de amplasament pentru CHEAP Stîna Mare Topolog (Argeș) pe baza unor lucrări de studii și cercetare de teren, eventual se va lua în considerare și întocmirea unui proiect pentru o CHEAP de 500 (2 × 250) MW în Dobrogea (zona munților Măcin) dacă se va pune, totuși, problema ca o asemenea instalație să fie și în apropierea viitoarei centrale nuclearoelectrice de la Cernavodă.

— Continuarea studiilor legate de precizarea realizării primelor CHEAP. Totodată este indicat să se facă studii legate de cuantificarea funcțiilor statice și dinamice în cadrul unei analize a sistemului electroenergetic,considerat în ansamblul său. Relațiile dintre toți factorii care exercită o influență asupra sistemului electroenergetic și compartimentul static și dinamic neputînd fi ușor determinate analitic, cel mai bun mijloc pentru evaluarea cantitativă generală ar fi să se facă apel la metoda de simulare a acestor fenomene. Funcționarea în SEN, ar fi și ideea realizării unui studiu asupra modului în care s-ar fi comportat sub toate aspectele tehnico-economice CHEAP Tarnița Lăpuștești (proiect) cu putere instalată de 1000 (4 × 250) MW, cu compensare zilnic-săptămînală dacă era în SEN într-o perioadă din trecut, de exemplu în 1992.

— Inventarierea posibilităților de realizare de CHEAP cu compensare lunaro-sezonieră în cadrul schemelor de amenajare de CHE existente sau proiectate cu lac important amonte și aval (de exemplu treptele Gîlceag — Șugag pe rîul Sebeș).

— Realizarea oricăror construcții hidrotehnice de interes energetic sau complex de pe toate cursurile de apă mari sau mici să nu aibă loc decît dacă se înscriu în Planul genereal de gospodărirea a apelor — etapa actuală și de perspectivă.

În încheiere, consider că acestea ar fi principalele idei în legătură cu căile prioritare de sporire a gradului de folosire a potențialului hidroenergetic din România în următorii 10—15 ani, în condițiile de eficiență economică din economia de piață, în cadrul schemelor de amenajare complexă și de gospodărire a cursurilor de apă din țara noastră.

(Primit la 8 noiembrie 1993, acceptat la 11 noiembrie 1993)

Calculul economic privind proiectarea și verificarea izolației termice

Prof. dr. ing. CONSTANTIN NEAGA *

În lucrare se analizează diferite metode de calcul tehnic și economic privind dimensionarea izolației termice a diverselor instalații, acordîndu-se atenție mai mare metodei cheltuielilor minime anuale de calcul. Se găsesc relații care permit determinarea grosimii optime a izolației într-un singur strat pentru pereți plani și cilindrici, precum și în cazul izolației realizată din mai multe straturi. Lucrarea se adresează, atît celor care proiectează sisteme de izolare termică, cît și celor care exploatează asemenea instalații.

The paper analyses different methods of technical and economical calculation on sizing the thermal insulation of different facilities; a more careful consideration is given to the method of minimum annual computation expenses. Formulas alloewing the determination of the optimum insulation thickness in a single layer for plane and cylidrical walls as well as for the insulation consisting of several layers are established herein. The paper concerns both those who design thermal insulating systems as well as those who operate such facilities.

Descriptori: izolație termică, proiectare

Introducere

Pentru determinarea grosimii economice a izolației termice și, implicit, a pierderilor de căldură se utilizează un calcul tehnico-economic la care, indiferent de metoda folosită, se impun următoarele date inițiale: diametrul conductei sau suprafața ce trebuie izolată, parametrii agentului termic, caracterisiticile mediului înconjurător, costul căldurii pierdute prin izolație, costul materialului de izolare și calitatea acestuia, durata de funcționare a instalației izolate, cotele de amortizare și întreținere pentru materialele utilizate.

Cele mai importante condiții tehnice pe baza cărora se întocmește calculul termic al izolației sînt: respectarea unor pierderi normate de căldură, menținerea unei temperaturi date pe suprafața izolației și a unei temperaturi admisibile pentru materialul izolant, menținerea unei căderi de temperatură dată pentru fluidul transportat, respectarea unor condiții date de gabarit și greutate a construcției izolate termic. Din aceste condiții restrictive impuse respectarea pierderii admisibile de căldură se pretează cel mai bine pentru optimizarea procesului de izolare termică a unei instalații. În funcție de metodologia adoptată există mai multe criterii de optimizare a calculului și construcției izolației generatoarelor de abur.

1. Grosimea economică a izolației compusă dintr-un singur strat

O primă metodă este cea care alege grosimea economică a izolației corespunzătoare minimu-

* Facultatea de Inginerie Mecanică, Universitatea Politehnică București

lui de cheltuieli anuale de calcul

$$f(\delta) = Z = C + (p + 1/\tau_{rec})I = \min, \quad (1)$$

unde :

C este costul anual al căldurii pierdute prin izolaţie, în lei/an ;

I — investiţia în izolaţie, în lei ;

p — cota anuală de calcul din investiţie în 1/an ;

τ_{rec} — timpul de recuperare a investiţiei ultimului strat al izolaţiei, în ani.

(Pentru simplificare se presupune izolaţia realizată din două straturi, stratul de bază şi stratul de protecţie, de exemplu tablă neagră sau zincată).

$$p = (1 + 0{,}01m - 0{,}01ni_{re}/i_{iz})/\tau, [\text{ani}^{-1}] \quad (2)$$

unde :

m sînt cheltuielile anuale pentru reparaţia izolaţiei, în % din I ;

n — reutilizarea secundară a materialului izolant, în % ;

i_{re} — costul materialului izolant de bază reutilizat, în lei/m³ ;

i_{iz} — costul materialului izolant de bază, în lei/m³ ;

τ — durata de funcţionare a izolaţiei, în ani.

Grosimea economică a izolaţiei rezultă anulînd prima derivată a funcţiei obiectiv (1). Pentru ca funcţia Z să aibă un minim trebuie ca derivata a doua să fie pozitivă, adică $f''(\delta) \geqslant 0$.

$$\frac{\partial f(\delta)}{\partial \delta} = \frac{\partial C}{\partial \delta} + (p + 1/\tau_{rec})\frac{\partial I}{\partial \delta} = 0. \quad (3)$$

Pentru perete plan relaţia (1) devine :

$$f(\delta) = 3600\ bq\ \tau_f F + (p + 1/\tau_{rec})(\delta_{iz} i_{iz} + i_{sp})F, \quad (4)$$

unde :

b este costul unităţii de căldură pierdută, în lei/J ;

τ_f — timpul de funcţionare a instalaţiei izolate, în ore/an ;

F — suprafaţa plană izolată, în m² ;

i_{sp} — costul specific al stratului protector, în lei/m² ;

q — densitatea de flux termic pierdut în exterior, în W/m²,

$$q = \frac{\lambda_{iz}(t_f - t_0)}{\delta_{iz} + \lambda_{iz}(\delta_{sp}/\lambda_{sp} + 1/\alpha_{ex})}, \left[\frac{W}{m^2}\right], \quad (5)$$

unde :

δ_{iz}, δ_{sp} sînt grosimea stratului izolant de bază şi a stratului protector, în m ;

λ_{iz}, λ_{sp} — conductivitatea termică a stratului izolant, respectiv a stratului protector, în W/(m.K) ;

t_f, t_0 — temperatura peretelui „fierbinte" al izolaţiei şi a mediului exterior , în °C ;

α_{ex} — coeficientul de convecţie termică de la peretele exterior al stratului protector spre mediul ambiant, în W/(m² ·K).

După rezolvarea ecuaţiei (3) rezultă grosimea economică a stratului izolator de bază δ_{izec}, care pentru simplificare se notează $\delta_{ec}(\delta \equiv \delta_{iz})$.

$$\delta_{ec} = 60\sqrt{\frac{b\ \tau_f \lambda_{iz}(t_f - t_0)}{(p + 1/\tau_{rec})\ i_{iz}}} - \lambda_{iz}\left(\frac{\delta_{sp}}{\lambda_{sp}} + \frac{1}{\alpha_{ex}}\right), [\text{m}] \quad (6)$$

şi densitatea economică de flux termic pierdut în exterior (δ_{ec} se introduce în (5)) :

$$q_{ec} = \frac{1}{60}\sqrt{\frac{\lambda_{iz}(t_f - t_0)(p + 1/\tau_{rec})\ i_{iz}}{b\ \tau_f}}, \left[\frac{W}{m^2}\right]. \quad (7)$$

Pentru peretele cilindric densitatea de flux termic liniar pierdut are expresia :

$$q_l = \frac{t_f - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda_{iz}}\ln\frac{d_{iz}}{d_e} + \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}}\ln\frac{d_{sp}}{d_{iz}} + \frac{1}{\pi d_{sp}\alpha_{ex}}}\left[\frac{W}{m}\right] \quad (8)$$

unde :

d_e este diametrul exterior al conductei, în m ;

d_{iz} — diametrul exterior al izolaţiei, în m ;

d_{sp} — diametrul exterior al stratului protector, în m.

Se admite $d_{sp} \approx d_{iz}$ şi se fac notaţiile $\beta = d_{iz}/d_e$, $Nu = \alpha_{ex} d_e/\lambda_{iz}$. Cu acestea densitatea de flux liniar devine :

$$q_l = \frac{2\pi\lambda_{iz}(t_f - t_0)}{\ln\beta + \frac{2}{\beta\ Nu}} \cdot \left[\frac{W}{m}\right]. \quad (9)$$

Investiţia liniară în izolaţie şi stratul protector are expresia :

$$i_l = 0{,}5\pi d_e(d_{iz} - d_e)\ i_{iz} + \pi d_{iz}\ i_{sp} = 0{,}5\pi d_e^2 \cdot [(\beta - 1)\ i_{iz} + 2\beta i_{sp}/d_e], \text{ lei/m}, \quad (10)$$

unde i_{sp} este investiţia specifică a stratului protector, lei/m².

Cu acestea relaţia (1) devine

$$f(\beta) = 3600 b q_l \tau_f L + (p + 1/\tau_{rec})\, i_l L, \text{ [lei/an]} \tag{11}$$

unde β este variabila independentă, iar L lungimea ţevii, în m.

După anularea derivatei rezultă ecuaţia:

$$\frac{\beta_{ec} \ln \beta_{ec} + 2/Nu}{\sqrt{\beta_{ec} - 2/Nu}} = A, \tag{12}$$

unde

$$A = \frac{120}{d_e} \sqrt{\frac{b\tau_f \lambda_{iz} (t_f - t_0)}{(p + 1/\tau_{rec})(i_{iz} + 2i_{sp}/d_e)}}, \tag{13}$$

care rezolvată grafic, sau cu ajutorul unor tabele auxiliare [1], conduce la aflarea grosimii economice a izolaţiei conductei:

$$\delta_{ec} = 0{,}5 d_e (\beta_{ec} - 1), \text{ [m]}. \tag{14}$$

Dacă în (9) se înlocuieşte β cu β_{ec}, rezultă densitatea economică de flux termic liniar q_{lec}, în W/m.

Exemplu 1. *Calculul grosimii economice a izolaţiei focarului unui generator de apă fierbinte.* Un generator de apă fierbinte are pereţii focarului ecranaţi cu pereţi membrană. Izolarea se face cu saltele de vată minerală SCPI –1, avînd costul $i_{iz} = 680$ lei/m^3. Se admit: temperatura metalului la mijlocul membranei, temperatură egală cu a peretelui interior al stratului de vată minerală $t_f = 150$°C; $t_0 = 25$°C; $b = 25 \cdot 10^{-9}$ lei/J; $\tau_f = 4000$ ore/an; $m = 30\%$; $\tau = 10$ ani; $\tau_{rec} = 12{,}5$ ani; $i_{re} = 0$ (materialul izolant nu se reutilizează); temperatura medie a stratului de izolaţie se presupune 90°C cu care se calculează coeficientul de conductivitate termică a izolaţiei

$$\lambda_{iz} = 0{,}0323 + 0{,}00023 \cdot 90 = 0{,}053 \text{ W/(m.K)}.$$

Mărimile cunoscute se înlocuiesc în relaţia (6)

$$\delta_{ec} = 60 \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-9} \cdot 4000 \cdot 0{,}053 (150 - 25)}{[(1 + 0{,}3)/10 + 1/12{,}5]\, 680}} - 0{,}053 \left(\frac{(2 \cdot 10^{-3}}{40} + \frac{1}{10{,}1} \right) = 124 \text{ mm}.$$

$$q_{ec} = \frac{0{,}053(150 - 25)}{0{,}124 + 0{,}053 (2 \cdot 10^{-3}/40 + 1/10)} = 51{,}24 \text{ W/m}^2.$$

Pentru calculul coeficientului de schimb de căldură între suprafaţa exterioară a stratului de protecţie şi mediul înconjurător s-a folosit formula $\alpha_{ex} = 9{,}744 + 0{,}0696 (t_{ex} - t_0)$, în care $t_0 = 25$°C; $\alpha_{ex} = 9{,}744 + 0{,}0696 (30 - 25) = 10{,}1$ W/(m^2·K).

Verificarea temperaturii peretelui exterior

$$t_{cx} = t_0 + q_{ec}/\alpha_{ex} = 25 + 51{,}24/10{,}1 = 30{,}07\text{°C}.$$

Exemplul 2. *Calculul grosimii economice a izolaţiei unei conducte.* Să se determine grosimea economică a izolaţiei unei conducte cunoscîndu-se următoarele date (notaţiile din formulele precedente) $t_f = 150$°C; $t_0 = 25$°C; $\tau = 10$ ani; $\tau_{rec} = 12{,}5$ ani; $m = 30\%$; $b = 25 \cdot 10^{-9}$ lei/J; $\tau_f = 4000$ ore/an. Conducta se izolează cu saltele de vată minerală SCPI-1, avînd costul $i_{iz} = 680$ lei/m^3, protejată în exterior cu înveliş de tablă neagră acoperită cu protecţie anticorozivă cu costul $i_{sp} = 50$ lei/m^2; $i_{re} = 0$; conducta are diametrul $d_e = 219$ mm.

Se admite temperatura exterioară $t_{ex} = 30$°C, deci temperatura medie a izolaţiei este de $(150 + 30)/2 = 90$°C.

$$\lambda_{iz} = 0{,}0323 + 0{,}00023 \cdot 90 = 0{,}053 \text{ W(m.K)}.$$

Se calculează mărimea A (relaţia 13)

$$A = \frac{120}{0{,}219} \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-9} \cdot 4000 \cdot 0{,}053 (150 - 25)}{[(1 + 0{,}3)/10 + 1/12{,}5]\, (680 + 2 \cdot 50/0{,}219)}} = 0{,}913.$$

Criteriul Nussellt are valoarea

$$Nu = 10{,}1 \cdot 0{,}219/0{,}053 = 41{,}73.$$

Egalitatea (12) devine

$$\frac{\beta_{ec} \ln \beta_{ec} + 2/41{,}73}{\sqrt{\beta_{ec} - 2/41{,}73}} = 0{,}913,$$

care rezolvată grafic conduce la valoarea $\beta_{ec} = 1{,}88$. Deci grosimea economică a izolaţiei (relaţia 14) este

$$\delta_{ec} = 0{,}5 \cdot 0{,}219 (1{,}88 - 1) = 0{,}096 \text{ m} = 96 \text{ mm}.$$

Densitatea economică a fluxului liniar

$$q_{lec} = \frac{2\pi \cdot 0{,}053 (150 - 25)}{\ln 1{,}88 + 2/(1{,}88 \cdot 41{,}73)} = 63{,}38 \text{ W/m}.$$

Verificarea temperaturii exterioare a stratului de protecţie

$$t_{ex} = t_0 + q_{lec} (\pi \beta_{ec} d_e \alpha_{ex}) = 25 + 63{,}38/(\pi \cdot 1{,}88 \cdot 0{,}219 \cdot 10{,}1) = 29{,}85\text{°C}.$$

2. Grosimea economică a izolaţiei compusă din mai multe straturi

2.1. Perete plan

Se consideră izolaţia peretelui focarului realizată din trei straturi:

— stratul 1, din beton refractar, de grosime δ_1 şi conductivitate termică λ_1;

— stratul 2, din material termoizolant de grosime δ_2 şi conductivitate termică λ_2;

— stratul 3, din pastă magneziană densă, care reduce infiltraţiile de aer fals de grosime δ_3 şi conductivitate λ_3.

În exteriorul izolaţiei se prevede tablă de protecţie (strat protector) de grosime δ_{sp} şi conductivitate λ_{sp}; temperaturile intermediare se notează cu t_{12}, t_{23} şi t_{34}, °C.

Densitatea de flux termic are expresia

$$q = \frac{t_f - t_{12}}{\delta_1/\lambda_1} = \frac{t_{12} - t_{23}}{\delta_2/\lambda_2} = \frac{t_{23} - t_{34}}{\delta_3/\lambda_3} =$$

$$= \frac{t_{34} - t_0}{\delta_{sp}/\lambda_{sp} + 1/\alpha_{ex}} = \frac{t_f - t_0}{R_1 + R_2 + R_3 + R_{sp} + R_{ex}} =$$

$$= \frac{t_f - t_0}{R_t}, \quad \left[\frac{W}{m^2}\right]. \qquad (15)$$

Funcţia obiectiv $f(\delta)$ — cheltuielile anuale de calcul — depinde de trei variabile δ_1, δ_2 şi δ_3; expresia (4) devine

$$f(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = 3600 b \tau_f \frac{t_f - t_0}{R_t} F +$$

$$+ \left(p + \frac{1}{\tau_{rec}} \right)(\delta_1 i_{br} + \delta_2 i_{iz} + \delta_3 i_t + i_{sp})F, \qquad (16)$$

unde i_{br}, i_{iz}, i_t sînt preţurile specifice ale betonului refractar, izolaţiei şi tencuielii (pasta magnezială), lei/m^3;
i_{sp} — preţul specific al stratului protector, lei/m^2.

Grosimile economice ale straturilor rezultă din anularea derivatelor parţiale

$$\frac{\partial f}{\partial \delta_1} = -3600 b \tau_f (t_f - t_0) \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \frac{d\delta_2}{d\delta_1} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\lambda_3} \frac{d\delta_3}{d\delta_1} \right) \frac{F}{R_t^2} + \left(p + \frac{1}{\tau_{rec}} \right) \left(i_{br} + i_{iz} \frac{d\delta_2}{d\delta_1} + \right.$$

$$\left. + i_t \frac{d\delta_3}{d\delta_1} \right) F = 0; \qquad (17)$$

s-a admis că rezistenţelor termice R_{sp} şi R_{ex} nu depind de δ_1.

Similar se pot obţine şi celelalte derivate parţiale $\partial f/\partial \delta_2$ şi $\partial f/\partial \delta_3$.

Egalitatea (15) exprimă „legături" între variabilele independente δ_1, δ_2, şi δ_3. Se pot scrie derivatele

$$\frac{d\delta_2}{d\delta_1} = \frac{\lambda_2 (t_{12} - t_{23})}{\lambda_1 (t_f - t_{12})}; \quad \frac{d\delta_3}{d\delta_1} = \frac{\lambda_3 (t_{23} - t_{34})}{\lambda_1 (t_f - t_{12})};$$

$$\frac{d\delta_1}{d\delta_2} = 1 : \frac{d\delta_2}{d\delta_1}; \quad \frac{d\delta_1}{d\delta_3} = 1 : \frac{d\delta_3}{d\delta_1}; \qquad (18)$$

$$\frac{d\delta_3}{d\delta_2} = \frac{\lambda_3 (t_{23} - t_{34})}{\lambda_2 (t_{12} - t_{23})}; \quad \frac{d\delta_2}{d\delta_3} = 1 : \frac{d\delta_3}{d\delta_2}.$$

După înlocuiri în (17) se obţine expresia rezistenţei termice totale economice

$$R_{tec} =$$

$$= A \sqrt{\frac{(t_f - t_0)(t_f - t_{34})}{\lambda_1 (t_f - t_{12}) i_{br} + \lambda_2 (t_{12} - t_{23}) i_{iz} + \lambda_3 (t_{23} - t_{34}) i_t}}. \qquad (19)$$

unde constanta A are expresia

$$A = 60 \sqrt{b \tau_f / (p + 1/\tau_{rec})}. \qquad (20)$$

Evident, şi din celelalte derivate parţiale $f'(\delta_2)$ şi $f'(\delta_3)$ se obţine aceeaşi expresie pentru rezistenţa termică totală economică.

Din egalităţile (15) se obţin grosimile economice ale straturilor izolaţiei şi expresia densităţii economice a fluxului termic

$$q_{ec} = (t_f - t_0)/R_{tec}, \ W/m^2. \qquad (21)$$

$$\lambda_1 (t_f - t_{12}) / \delta_{1ec} = (t_f - t_0) / R_{tec}, \qquad (22)$$

de unde

$$\delta_{1ec} = \lambda_1 (t_f - t_{12}) R_{tec} / (t_f - t_0), \ m. \qquad (23)$$

Analog se găsesc

$$\delta_{2ec} = \lambda_2 (t_{12} - t_{23}) R_{tec} / (t_f - t_0), \ m; \qquad (24)$$

$$\delta_{3ec} = \lambda_3 (t_{23} - t_{34}) R_{tec} / (t_f - t_0), \ m. \qquad (25)$$

Dacă izolaţia este realizată dintr-un singur strat, formulele precedente trebuie să conducă la formula (6).

Din (23) rezultă

$$\delta_{ec} = \lambda_{iz} R_{tec} \frac{t_f - t_{12}}{t_f - t_0} = \lambda_{iz} \frac{t_f - t_{12}}{t_f - t_0} A \sqrt{\frac{t_f - t_0}{\lambda_{iz} i_{iz}}}; \qquad (26)$$

dar din (15) scrisă pentru un singur strat se obţine

$$\frac{t_f - t_{12}}{t_f - t_0} = \frac{\delta_{ec}}{\delta_{ec} + \lambda_{iz} (\delta_{sp}/\lambda_{sp} + 1/\alpha_{ex})}, \qquad (27)$$

raport care introdus în (26) conduce la (6).

Modul de calcul este identic şi în cazul în care un strat al izolaţiei este constituit din aer. De exemplu, dacă stratul al doilea este aer, atunci $i_{iz} = 0$ şi restul calculelor sînt identice.

Exemplul 3. *Calculul grosimii economice a unei izolații compuse din mai multe straturi.* Izolația focarului unui generator de abur constă din beton refractar, material termorezistent, tencuială magnezială și tablă de protecție. Se dau: $b = 25.10^{-9}$ lei/J; $\tau_f = 7000$ ore/an; $\tau = 10$ ani; $m = 30\%$; $\tau_{rec} = 12{,}5$ ani; $i_{br} = 6500$ lei/m³; $i_{iz} = 1200$ lei/m³; $i_t = 3500$ lei/m³; $t_0 = 25°C$. Din calculul temperaturii peretelui interior al stratului de beton refractar rezultă $t_f = 688°C$.

Se admit temperaturile $t_{12} = 670°C$; $t_{23} = 80°C$; $t_{34} = 55°C$. Cu aceste valori se calculează conductivitățile termice ale materialelor respective $\lambda_1 = 1{,}216$ W/(m.K); $\lambda_2 = 0{,}1$ W/(m.K); $\lambda_3 = 0{,}2$ W/(m.K).

Cu formula (19) se calculează rezistența termică totală economică

$$R_{tec} = 60\sqrt{\frac{25.10^{-9}.7000}{(1+0{,}3)/10+1/12{,}5}}\cdot$$

$$\cdot\frac{(688-25)(688-55)}{1{,}216.18.6500+0{,}1.590.1200+0{,}2.25.3500} =$$

$$2{,}33677\ (m^2.K)/W.$$

$$\delta_{1ec} = 1{,}216.2{,}33677(688-670)/(688-25) = 0{,}0771\ m = 77{,}1\ mm;$$

$$\delta_{2ec} = 0{,}1.2{,}33677(670-80)/(688-25) = 0{,}208\ m = 208\ mm;$$

$$\delta_{3ec} = 0{,}2.2{,}33677(80-55)/688-25) = 0{,}0176\ m = 17{,}6mm.$$

Densitatea economică a fluxului termic

$$q_{ec} = (t_f - t_0)/R_{tec} = (688-25)/2{,}33677 = 284\ W/m^2.$$

Cu formulele (15) se verifică temperaturile intermediare, găsindu-se valorile admise inițial.

2.2. Perete cilindric compus din mai multe straturi

Cu notațiile precedente se scrie expresia densității fluxului termic liniar

$$q_l = \frac{t_f - t_{12}}{\frac{1}{2\pi\lambda_1}\ln\frac{d_1}{d_e}} = \frac{t_{12}-t_{23}}{\frac{1}{2\pi\lambda_2}\ln\frac{d_2}{d_1}} =$$

$$= \frac{t_{23}-t_{34}}{\frac{1}{2\pi\lambda_3}\ln\frac{d_3}{d_2}} \quad \frac{t_{34}-t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda_{sp}}\ln\frac{d_{sp}}{d_3}+\frac{1}{\pi d_{sp}\alpha_{ex}}} =$$

$$= \frac{t_f - t_0}{R_l}, \left[\frac{W}{m}\right] \qquad (28)$$

Se fac notațiile $\beta_1 = d_1/d_e$; $\beta_2 = d_2/d_e$; $\beta_3 = d_3/d_e$; $Nu = \alpha_{ex}d_e/\lambda_1$, cu care rezistența termică totală devine:

$$R_l = \frac{1}{2\pi\lambda_1}\left[\ln\beta_1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}(\ln\beta_2 - \ln\beta_1) + \right.$$

$$\left. + \frac{\lambda_1}{\lambda_2}(\ln\beta_3 - \ln\beta_2) + \frac{2}{\beta_3 Nu}\right] = R_l(\beta_1, \beta_2, \beta_3). \qquad (29)$$

(S-a admis diametrul stratului protector $d_{sp} \simeq d_3$).

Investiția specifică are expresia:

$$i_l = 0{,}5\ \pi d_e(d_1 - d_e)i_{br} + 0{,}5\ \pi d_1(d_2 - d_1)\ i_{iz} +$$

$$+ 0{,}5\ \pi d_2(d_3 - d_2)i_t + \pi d_3 i_{sp} = 0{,}5\ \pi d_e^2[(\beta_1 -$$

$$-1)\ i_{br} + \beta_1(\beta_2 - \beta_1)\ i_{iz} + \beta_2(\beta_3 - \beta_2)\ i_t +$$

$$+ 2\ \beta_3 i_{sp}/d_e] = i_l(\beta_1, \beta_2, \beta_3), [lei/m]. \qquad (30)$$

Cheltuielile anuale de calcul capătă forma:

$$f(\beta_1, \beta_2, \beta_3) = 3600\ b\tau_f(t_f - t_0)\ L/R_l(\beta_1,$$

$$\beta_2, \beta_3) + (p + 1/\tau_{rec})\ Li_l(\beta_1, \beta_2, \beta_3). \qquad (31)$$

Prima derivată parțială în raport cu β_1 conduce la aflarea rezistenței termice totale economice

$$\frac{\partial f}{\partial\beta_1} = -\frac{3600\ b\tau_f(t_f - t_0)}{2\pi\lambda_1}\frac{L}{R_l^2}\left[\frac{1}{\beta_1} + \right.$$

$$+\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\left(\frac{1}{\beta_2}\frac{d\beta_2}{d\beta_1} - \frac{1}{\beta_1}\right) + \frac{\lambda_1}{\lambda_3}\left(\frac{1}{\beta_3}\frac{d\beta_3}{d\beta_1} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{\beta_2}\frac{d\beta_2}{d\beta_1}\right) - \frac{2}{\beta_3^2 Nu}\frac{d\beta_3}{d\beta_1}\Big] + 0{,}5\ \pi d_e^2\left(p + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\tau_{rec}}\right)\left[\ i_{br} + \left(\beta_2 - 2\beta_1 + \beta_1\frac{d\beta_2}{d\beta_1}\right)i_{iz} + \right.$$

$$+\left(\beta_2\frac{d\beta_3}{d\beta_1} + \beta_3\frac{d\beta_2}{d\beta_1} - 2\beta_2\frac{d\beta_2}{d\beta_1}\right)i_t +$$

$$\left. + 2\frac{i_{sp}}{d_e}\frac{d\beta_3}{d\beta_1}\right]L = 0. \qquad (32)$$

Se fac notațiile $a_1 = 2\pi\lambda_1(t_f - t_{12})$; $a_2 = 2\pi\lambda_2(t_{12} - t_{23})$; $a_3 = 2\pi\lambda_3(t_{23} - t_{34})$, cu care densitatea de flux termic liniar devine

$$q_l = \frac{a_1}{\ln\beta_1} = \frac{a_2}{\ln\beta_2 - \ln\beta_1} = \frac{a_3}{\ln\beta_3 - \ln\beta_2}. \qquad (33)$$

Rezolvînd sistemul de ecuaţii (33) se obţin :

$$\beta_2 = \beta_1^{(a_1 + a_2)/a_1}\ ;\ \frac{d\beta_2}{d\beta_1} = \frac{a_1 + a_2}{a_1}\beta_1^{a_2/a_1}\ ; \qquad (34)$$

$$\beta_3 = \beta_1^{(a_1+a_3)/a_1}\ ;\ \frac{d\beta_3}{d\beta_1} = \frac{a_1 + a_3}{a_1}\beta_1^{a_3/a_1}.$$

După înlocuiri în prima derivată parţială (32) se obţine ecuaţia :

$$\frac{3600\, b\tau_f(t_f - t_0)}{2\pi\,\lambda_1\,\beta_1}\,\frac{1}{R_t^2}\left[1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_3}\,\frac{a_3 - a_2}{a_1} - \right.$$

$$\left. - \frac{2}{\mathrm{Nu}}\,\frac{a_1 + a_3}{a_1}\,\beta_1^{-(a_1+a_3)/a_1} + \frac{\lambda_1\, a_2}{\lambda_2\, a_1}\right] =$$

$$= 0{,}5\,\pi\, d_e^2\left(p + \frac{1}{\tau_{\mathrm{rec}}}\right)\left[i_{\mathrm{br}} + \beta_1\left(\frac{2a_1 + a_2}{a_1}\,\beta_1^{a_2/a_1} - \right.\right.$$

$$\left. - 2\right) i_{1z} + \beta_1\left(\frac{2a_1 + a_2 + a_3}{a_1}\,\beta_1^{(a_2+a_3)/a_1} - \right.$$

$$\left. - 2\,\frac{a_1 + a_2}{a_1}\,\beta_1^{2a_2/a_1}\right) i_t + 2\,\frac{a_1 + a_3}{a_1}\,\frac{i_{\mathrm{sp}}}{d_e}\,\beta^{a_3/a_1}\Bigg], \qquad (35)$$

care rezolvată în raport cu rezistenţa termică totală conduce la dependenţa $R_t = R_t(\beta_1)$.

Din egalitatea

$$\frac{a_1}{\ln \beta_1} = \frac{t_f - t_0}{R_t(\beta_1)} \qquad (36)$$

rezultă raportul economic β_{1ec}.

Folosind (34) se obţin β_{2ec} şi β_{3ec}.

Grosimile economice se obţin simplu :

$$\delta_{1ec} = 0{,}5\, d_e(\beta_{1ec} - 1)\ ;\ \delta_{2ec} = 0{,}5 d_e(\beta_{2ec} - \beta_{1ec})\ ; \qquad (37)$$

$$\delta_{3ec} = 0{,}5 d_e(\beta_{3ec} - \beta_{2ec}).$$

În cazul izolaţiei realizată într-un singur strat formulele precedente trebuie să conducă la (12). În această situaţie $a_2 = 0$ şi $a_3 = 0$. Din (35) rezultă rezistenţa termică

$$R_t = \sqrt{\frac{3600\, b\tau_f\,(t_f - t_0)}{2\pi\,\lambda_1}\left(\frac{1}{\beta_1} - \frac{2}{\beta_1^2 \mathrm{Nu}}\right) : \left[0{,}5\,\pi\, d_e^2\left(p + \frac{1}{\tau_{\mathrm{rec}}}\right)\left(i_{\mathrm{br}} + 2\,\frac{i_{\mathrm{sp}}}{d_e}\right)\right]}, \qquad (38)$$

care egalată cu rezistenţa termică totală a izolaţiei executată într-un singur strat

$$R_t = \frac{1}{2\pi\,\lambda_1}\ln\,\beta_1 + \frac{1}{\pi\,\beta_1\,\alpha_{ex}\,d_e}, \qquad (39)$$

conduce la expresia (12).

3. Alte metode de analiză economică a izolaţiei termice

A doua metodă folosită în calculul economic al izolaţiei este cea care calculează cheltuielile totale actualizate pe baza unor indicatori specifici ale căror valori sînt medii.

Metoda ia în considerare : costul investiţiei cu izolaţia ; costul investiţiilor auxiliare în construcţiile metalice şi de beton impuse de izolaţia însăşi ; cheltuielile cu repararea şi întreţinerea izolaţiei (cheltuieli de exploatare) ; costul căldurii pierdute prin izolaţie etc. Grosimea izolaţiei este aleasă în zona în care curba de variaţie a cheltuielilor totale actualizate cu grosimea prezintă un minim. Cheltuielile totale actualizate C_z se calculează pentru întreaga perioadă de funcţionare a izolaţiei (în medie această perioadă se admite de 10 ani).

Doarece în calculul funcţiei $C_z = \mathrm{f}\ (\delta_{iz})$ se folosesc indici specifici medii, se renunţă la determinarea grosimii optime a izolaţiei ca valoare corespunzătoare minimului curbei şi se introduce un criteriu la alegere a grosimii izolaţiei ca fiind cea mai mică valoare din zona de minim a curbei.

Cheltuielile specifice actualizate (la anul efectuării investiţiei) sînt, pentru o soluţie aleasă, date de relaţia (unităţile de măsură se exprimă cu referire la m² suprafaţă plană, sau la un metru liniar lungime ţeavă) :

$$C_z = I + \sum_{t=1}^{\tau_n} \frac{C_i + C_q}{(1 + \mathrm{a})^t}\ [\mathrm{lei/m^2\,;\ lei/m}] \qquad (40)$$

unde :

τ_n este perioada de timp pentru care se face actualizarea, în ani ;

C_i — cheltuielile anuale pentru întreţinerea şi repararea izolaţiei (materiale şi personal de întreţinere), în lei/(m² ·an) ; lei/m ·an) ;

C_q — cheltuielile anuale cu căldura pierdută prin suprafaţa instalaţiei izolate în toată perioada de existenţă a izolaţiei (τ_n ani), în lei/(m² · · an) ; lei/(m ·an) ;

a — coeficientul de actualizare, stabilit în funcţie de termenul normat de actualizare ;

I — investiţia specifică totală ; pentru suprafeţe plane, în lei/m² ; pentru suprafeţe cilindrice, în lei/m.

$$I = I_d + I_{\mathrm{ind}},\ [\mathrm{lei/m^2\,;\ lei/m}], \qquad (41)$$

unde :

I_d este investiţia directă (costul materialelor de izolaţie, manopera, utilajele, transportul, manipularea etc., atît pentru stratul izolator, cît şi pentru stratul de protecţie), în lei/m^2; lei/m;

I_{ind} — investiţia specifică indirectă necesară executării izolaţiei cuprinzînd şi cheltuielile, cu organizarea şantierului de montaj, în lei/m^2 lei/m.

Investiţia specifică directă se poate exprima prin dependenţele

$$I_d = p_s \delta_{iz}, \text{ lei/m}^2; \; I_d = p_c \delta_{iz}, \text{ [lei/m]}, \quad (42)$$

unde :

p_s, p_c reprezintă indicele valorii investiţiei directe în izolaţie raportat la unitatea de suprafaţă sau de lungime, în lei / (m^2 · m); lei/ (m ·m); între cele două noţiuni există legătura $p_c = p_s (d_e + 2\ \delta_{iz})$, în lei / (m.m.).

Investiţia indirectă se exprimă printr-o sumă de doi termeni :

$$I_{ind} = I_{os} + i_w\ \delta_{iz}, \text{ [lei/m}^2\text{, lei/m]}, \quad (43)$$

unde :

I_{os} este investiţia cu organizarea şantierului pentru lucrări proprii izolaţiei instalaţiei; i_w — investiţii suplimentare colaterale raportate la grosimea izolaţiei.

Investiţia cu organizarea şantierului depinzînd de volumul de material izolator manevrat depinde de investiţia directă $I_{os} = k_1 I_d$.

Investiţiile suplimentare colaterale depind de variaţia investiţiei, de suporţii elastici ai conductelor şi utilajelor (i_s) şi de influenţa izolaţiei asupra investiţiei în partea de clădire sau de canal, raportată la lungimea conductei izolate şi la grosimea izolaţiei (i_c); $i_w = i_s + i_c$, în lei/(m^2 ·m); lei / (m ·m).

Deci investiţia totală specifică se poate exprima prin relaţia

$$I = (1 + k_1) I_d + (i_s + i_c)\ \delta_{iz}, \text{ [lei/m}^2\text{; lei/m]}. \quad (44)$$

Cheltuielile anuale de întreţinere, reparare, verificare şi cu personalul se pot prezenta ca fracţii ale investiţiei directe

$$C_i = C_{iz} + C_r = (k_2 + k_3\ )I_d, \text{ [lei/(m}^2 \cdot \text{an)}; \text{ lei/(m ·an)]}. \quad (45)$$

Costul anual al căldurii pierdute C_q depinde de costul căldurii transportate sau stocate b, în lei/J ; de numărul de ore de funcţionare anuală τ_f, în ore/an ; de sporul de pierderi datorat regimului nestaţionar de funcţionare ε ; de numărul de întreruperi z ; de pierderea orară de căldură prin izolaţie în regim nominal q ; de pierderea suplimentară de căldură prin elementele de susţinere sau prin armături ($w > 1$),

$$C_q = b_n\ \varepsilon w q, \text{ [lei/ (m}^2 \cdot \text{an)}; \text{ lei/(m.an)]}. \quad (46)$$

În final cheltuielile totale actualizate se exprimă prin relaţia generală

$$C_z = (1+k_1) I_d + i_w \delta_{iz} + \sum_{i=1}^{\tau_n} \frac{(k_2+k_3)\, I_d + b_n \varepsilon w q}{(1+a)^i}. \quad (47)$$

Din graficul $C_z = f(\delta_{iz})$ se găseşte, corespunzător C_{zmin}, grosimea economică a izolaţiei δ_{izec}.

Ţinînd seama de actuala conjunctură energetică şi implicaţiile ei în modul de alegere a criteriilor de optimizare, autorii [1] propun o metodă mai obiectivă de dimensionare a grosimii izolaţiei termice.

Principiul metodei propuse constă în dimensionarea grosimii izolaţiei termice pe baza unui calcul care ia în considerare, combinat, două criterii ; al consumului minim de energie şi al cheltuielilor toatale actualizate minime, caracterizînd astfel mai complex şi mai obiectiv factorii de care trebuie să se ţină seama în calculul pierderilor economice de căldură.

Criteriul energetic

Acest criteriu urmăreşte exprimarea prin consumul total de combustibil convenţional al tuturor fazelor legate de realizarea izolaţiei termice.

$$E = A\ (\delta_{iz}) + B\ (\delta_{iz}) + C(\delta_{iz}) - D\ (\delta_{iz}) \rightarrow \rightarrow \text{minim, [kgcc/m}^2\text{; kgcc/m]}, \quad (48)$$

unde :

$A(\delta_{iz})$ este energia înglobată sub formă de combustibil convenţional în fazele de construcţie şi montaj ale izolaţiei termice ;

$B\ (\delta_{iz})$ — consumul de energie pentru revizii, reparaţii în toată perioada de funcţionare a izolaţiei ;

$C(\delta_{iz})$ — pierderea de energie (căldură) prin izolaţie în întreaga ei perioadă de existenţă ;

$D\ (\delta_{iz})$ — energia recuperată prin refolosirea materialelor termoizolante.

Pentru pereţi plani

$$A + B = e_m \delta_{iz}, \text{ [kgcc/m}^2\text{]} \quad (49)$$

pentru conducte :

$$A + B = e_m \pi\, d_e \delta_{iz}, \text{ [kgcc/m]}, \quad (50)$$

unde : e_m este consumul energetic specific al tuturor fazelor, kgcc/m .

$$C(\delta_{iz}) = 3{,}6\ \tau_f\ \tau w \frac{q}{\eta Q_{icc}}, \text{ [kgcc/m}^2\text{; kgcc/m]}, \quad (51)$$

unde :

τ_f este timpul de funcţionare a instalaţiei izolate, în ore/an ;

τ — numărul de ani pentru care se execută izolaţia, în ani ;

w — coeficient supraunitar, care ţine seama de pierderile suplimentare de căldură prin elementele de susţinere şi armături ;

q — densitatea de flux termic pierdut, [W/m^2 ; W/m] ; η — randamentul global de transformare a combustibilului în căldură ; Q_{icc} — puterea calorifică inferioară a combustibilului convenţional, $Q_{icc} = 29330$ J/kgcc.

Analog cazului prezentat anterior, din graficul $E = f(\delta_{iz})$ se găseşte, corespunzător valorii E_{min}, grosimea economică a izolaţiei δ_{izec}. Deoarece în jurul valorii minime a acestei curbe există o plajă relativ largă în care mărimea lui δ_{iz} are o eficienţă redusă asupra scăderii lui E, nu se determină grosimea optimă corespunzătoare energiei minime, ci se introduce un criteriu de alegere a lui δ_{izopt} astfel încît să se asigure inegalitatea

$$\frac{E_{opt} - E_{min}}{E_{opt}} 100 \leqslant 5\% \qquad (52)$$

şi se alege δ_{izopt} corespunzător lui E_{opt} pe ramura descrescătoare.

Grosimea izolaţiei calculată conform acestui criteriu rezultă mai mare decît cea care s-ar fi obţinut aplicînd criteriul cheltuielilor actualizate totale. Datorită acestor valori mari ale grosimii rezultă temperaturi coborîte ale peretelui exterior al izolaţiei. Apare, astfel, evident importanţa majoră a pierderilor de căldură prin izolaţie, componentă a criteriului energetic, mai ales pentru preţuri ridicate ale combustibilului.

Criteriul complex economico-energetic

Cele două criterii analizate dau diferite valori pentru grosimile optime. Se poate defini însă un criteriu complex, care să cuprindă cele două criterii analizate cu aceeaşi pondere, sau, în diverse conjuncturi de preţuri (respectiv de penurie energetică) poate apărea necesar să se dea preferinţă unuia sau altuia din criteriile componente. Astfel, pentru a putea modela această situaţie se introduce un factor de pondere γ care va afecta valoarea cheltuielilor actualizate totale C_z ; evident $1 - \gamma$ va afecta criteriul energetic.

La alegerea şi utilizarea materialului termoizolant o atenţie deosebită trebuie să se acorde valorilor garantate de producător proprietăţilor fizice ale acestui material, mai ales conductivităţii lui termice. De asemenea, practica arată că în funcţionarea construcţiilor termoizolante apar elemente care depreciază calităţile izolaţiilor termice cum ar fi : a) calitatea execuţiei izolaţiei ; aceasta fiind, de regulă, ultima operaţie de montaj înainte de punerea în funcţiune a obiectivului respectiv, în condiţii de criză de timp şi de fonduri se repercutează negativ asupra calităţii execuţiei ei ; b) în timpul funcţionării, din diverse motive, izolaţia termică se degradează prin tasare, desprindere, ovalizare, umidificare, cauze care măresc apreciabil pierderile de căldură şi reduc durata de viaţă a izolaţiei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mușatescu, V., Leca, A. Criterii de dimensionare a izolațiilor termice, ENERG, ET București, vol. III 1987, pg. 215—235.

[2] Zalkind, E. M., Kozlov, Iu. V. Proiektirovanie ograjdenii parovîh kotlov, Moskva, Energhiia, 1980, 288 st.

[3] Kutateladze, S. S. Osnovi teorii teploobmena, Moskva, Atomizdat, 1979, 416 st.

[4] Tenter, F. G. Proiektirovanie teplovoi izolații elektrostanții i teplovîh setei. Energhiia, 1969, 240 st.

[5] Voronkov, S.T., Isarov, D. Z. Obmurovka parogheneratorov elektrostanții.

[6] Hijniakov, S. V. Prakticeschie rascioti teplovoi izoliații, Moskva, Energhiia, 1976, 200 st.

(Primit la 31 mai 1993, acceptat la 3 noiembrie 1993)

Se prezintă modelarea regimurilor termice şi hidraulice ale schemelor de livrare a căldurii sub formă de apă fierbinte, utilizate în CET. Se au în vedere regimurile nenominale stabilizate de funcţionare.

Schemele de livrare a căldurii sub formă de apă fierbinte sînt considerate ca fiind compuse din aceleaşi tipuri de instalaţii (schimbătoare de căldură, pompe, cazane de apă fierbinte, conducte, vane, regulatoare), care pot fi legate între ele în diverse variante în funcţie de o serie de elemente locale caracteristice.

Ansamblul schemei este caracterizat de o serie de mărimi de intrare şi respectiv de ieşire, care se pot inversa după modul în care se pune problema şi după ce se doreşte a se obţine în urma modelării.

Modelarea regimurilor de funcţionare „nenominale–stabilizate" ale instalaţiilor pentru livrarea căldurii sub formă de apă fierbinte din CET

prof. dr. ing. VICTOR ATHANASOVICI

ş. l. dr. ing. CRISTIAN RĂDUCANU*)

The modelling of the thermal and hydraulic regimes for the heat supply diagrams as hot water sed in CHP (Combined Heat and Power) stations is presented. The stabilized non rated operating regimes are taken into consideration. The heat (hot water) supply scheme variants consist of the same types of equipment (heat exchangers, pumps, hot water boilers, conduits, valves, regulators) which can be tied together in different ways, depending on the local characteristic elements.

The diagram is characterized by several input and output data which can be inverted according to the way problem is considered as well as according to the results expected to be obtained by modelling.

Descriptori: alimentare cu căldură, CET, regimuri, modelare

Prezentare generală

Sistemul de termoficare, şi prin acesta, deci, şi instalaţiile din CET pentru livrarea căldurii sub formă de apă fierbinte, se caracterizează prin faptul că în funcţionarea curentă este supus la regimuri diferite de cele avute în vedere în faza de concepţie şi realizare — proiectare a sa. Ca urmare, subansamblurile componente vor trebui să facă faţă, de cele mai multe ori, la cu totul alte condiţii decît cele preconizate iniţial. În asemenea situaţii „răspunsul" subansamblului considerat va fi şi el altul decît cel existent în condiţiile nominale de funcţionare.

Deci, privind orice subansamblu prin prisma unor „intrări" şi a unor „ieşiri", modelarea regimurilor nenominale înseamnă, în fond, exprimarea legăturilor funcţionale între acestea.

Abordarea problemei se poate face în dublu sens: unele mărimi considerate ca „intrări" şi celelalte ca „ieşiri", sau invers.

* Universitatea Politehnică Bucureşti, Facultatea de Energetică.

Pe de altă parte, regimurile nenominale de funcţionare se pot trata dinamic sau static. Tratarea dinamică urmăreşte şi descrierea variaţiei în timp a mărimilor considerate; în cazul tratării statice nu mai este nevoie. Aici interesează numai valoarea stabilizată a mărimilor respective.

În cazul sistemelor de termoficare cu apă fierbinte, ţinîndu-se seama de metodele de reglare adoptate, care presupun intervenţii — — perturbaţii controlate — în cadrul mărimilor reglate (temperaturi şi/sau debite de fluid) la intervale de cel puţin 6—8 ore în timpul zilei, se poate presupune că în perioada unui asemenea interval reacţiile sistemului la aceste perturbaţii se stabilizează.

De aceea, în cele ce urmează se vor avea în vedere aceste regimuri „nenominale-stabilizate".

Noţiunea de regim nenominal este foarte generală, incluzînd orice modificare a unui parametru sau grup de parametrii, faţă de valorile considerate nominale, indiferent că ea este cauzată de un regim normal sau de excepţie — de incident — în funcţionare.

În cele ce urmează, vor fi tratate regimurile nenominale ce pot să apară în „funcţionarea normală". Desigur, că relaţiile matematice prezentate pot fi aplicate şi în cazul „regimurilor anormale", unde însă de la caz la caz, în funcţie de natura incidentului respectiv, pot apărea o serie de condiţii restrictive suplimentare.

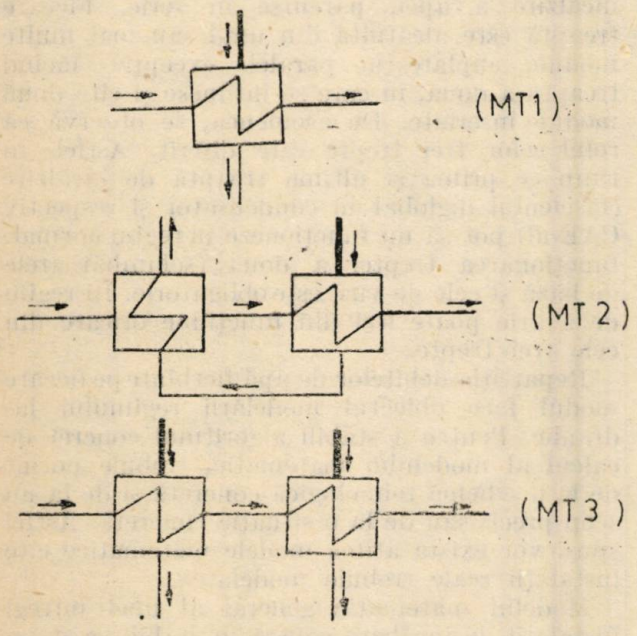


Fig. 1. Schemele modulelor termice.

A. Modelarea regimurilor termice

Instalaţiile care asigură încălzirea şi vehicularea apei fierbinţi la CET au o structură diferită, care depinde de tipul şi puterea unitară a turbinelor de termoficare. În componenţa tuturor intră schimbătoare de căldură abur-apă şi apă-apă şi cazane de apă fierbinte. De aceea, orice schemă de preparare a apei fierbinţi la CET poate fi alcătuită dintr-un număr limitat de module, combinate într-un anumit fel.

Modulele termice sînt constituite din unul sau două schimbătoare de căldură, parcurse de acelaşi debit de apă fierbinte:

a) un schimbător de căldură abur-apă (MT1);

b) un schimbător de căldură abur-apă şi un schimbător apă-apă, primul avînd rolul de condensator şi al doilea de recuperator al căldurii fizice a condensatului (MT2);

c) două schimbătoare de căldură abur-apă înseriate (MT3).

Schemele modulelor sînt prezentate în figura 1.

Modelul matematic al unui modul termic este conceput să răspundă următoarelor două situaţii:

a) se cunosc debitul, temperaturile de intrare şi de ieşire ale apei fierbinţi şi se cere debitul de abur necesar şi presiunea acestuia;

b) se cunosc debitul şi presiunea aburului, debitul şi temperatura de intrare a apei fierbinţi şi se cere temperatura de ieşire a acesteia.

Modelele matematice se bazează pe metoda-NTC-ϵ şi pe caracteristicile termice ale schimbătoarelor de căldură, considerate cunoscute:

$$Q = G_1(i_1' - i_1'') * \eta = G_2 c_2(t_2'' - t_2') =$$

$$= (G\ c)_{\min}(t_1' - t_2') = k\ s\ \Delta t_{md}$$

unde:

$\varepsilon = f(G_1, G_2, k, s,$ configuraţia de curgere).

G_1 — debitul agentului termic primar;

i_1' şi i_1'' — entalpiile acestuia la intrarea şi respectiv la ieşirea din aparat;

G_2 — debitul de agent secundar;

c_2 — căldura sa specifică medie;

t_2' şi t_2'' — temperaturile de intrare şi respectiv de ieşire ale agentului secundar din aparat;

k — coeficientul global de schimb de căldură;

S — suprafaţa de schimb de căldură;

Δt_{md} — diferenţa medie de temperatură;

ε — eficienţa termică a aparatului considerat.

Trebuie remarcat faptul că atunci cînd se cunosc debitul şi presiunea aburului extras

la priză și debitul și temperatura de intrare pentru apa fierbinte, modelul matematic devine un sistem supradeterminat de ecuații, în sensul că numărul ecuațiilor independente este mai mare decît numărul necunoscutelor. De aceea calculul va avea în acest caz în mod sigur un caracter iterativ, concepția modelului asigurînd convergența iteraților succesive.

Caracterul iterativ al modelului matematic se mai datorează numărului schimbătoarelor care intră în componența modulului termic, caracterului parțial explicit (respectiv parțial implicit) al ecuațiilor disponibile și nu în ultimul rînd restricțiilor impuse de turbină.

Din cele prezentate mai sus rezultă că cele trei tipuri de module termice pot răspunde uneia din cele două situații formulate grafic în figura 2 *a* și *b*.

Trebuie subliniat că ele pot răspunde și la cea de-a treia situație (fig. 2 *c*), însă în acest caz apare o buclă de iterație care se suprapune celei existente.

Mărimea cunoscută a celui de-al patrulea parametru de intrare se substituie printr-o valoare aleasă într-un anumit fel. Cu această valoare calculul decurge similar cazului (a) sau cazului (b). După determinarea într-o primă etapă a tuturor parametrilor finali se verifică și mărimea aleasă inițial pentru cel de-al patrulea. Dacă diferența nu este convenabilă calculul se reia înlocuind valoarea aleasă cu aceea obținută în urma verificării.

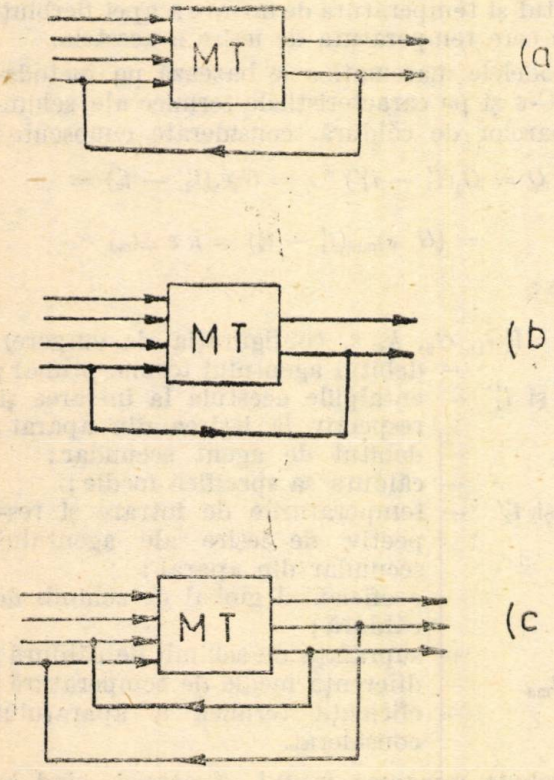


Fig. 2. Situații de funcționare a modulelor termice.

Modelarea încălzirii apei într-un CAF are la bază caracteristica energetică a acestuia, putînd fi exprimată prin relațiile :

$$Q = W(t'' - t') = = \eta_{CAF} \cdot B \cdot H_i,$$

unde :

$$\eta_{CAF} = f(Q),$$

în care :

B — este consumul de combustibil al CAF ;
H_i — puterea calorifică a acestuia ;
η_{CAF} — randamentul energetic al CAF ;
W, t' și t'' — au aceleași semnificații ca pentru schimbătoarele de căldură analizate anterior ($W = Gc$).

Modelul matematic al CAF este mai simplu deoarece în acest caz există un parametru reglabil (B) care elimină necesitatea iteraților.

Orice tip de instalație avînd drept scop încălzirea apei fierbinți, aflată în orice tip de CET, poate fi modelată din punctul de vedere al regimului termic prin combinarea unui număr oarecare din fiecare categorie de module termice caracteristice. În figura 3 se prezintă o schemă tehnologică al cărui grad de generalitate este maxim pentru oricare CET din România, iar în figura 4 este prezentată schema termică echivalentă a acestei scheme tehnologice.

Se constată că se pot separa trei trepte de încălzire a apei, parcurse în serie. Fiecare treaptă este alcătuită din unul sau mai multe module cuplate în paralel, excepție făcînd treapta a doua, în care se întîlnesc și cîte două module înseriate. De asemenea, se observă că rolul celor trei trepte este diferit. Astfel, în timp ce prima și ultima treaptă de încălzire (fasciculul înglobat în condensator și respectiv CAF-ul) pot să nu funcționeze în regim normal, funcționarea treptei a doua (schimbătoarele de bază și cele de vîrf) este obligatorie. În regim de avarie poate ieși din funcțiune oricare din cele trei trepte.

Repartiția debitelor de apă fierbinte pe fiecare modul face obiectul modelării regimului hidraulic. Pentru a stabili algoritmul concret de calcul al modelului matematic, trebuie pornit de la o schemă tehnologică concretă și de la un scop precis sau de la o situație concretă. Astfel spus, vor exista atîtea modele matematice cîte instalații reale trebuie modelate.

Modelul matematic general al unei întregi instalații de încălzire constă în stabilirea datelor de intrare, a mărimilor care se cer determina-

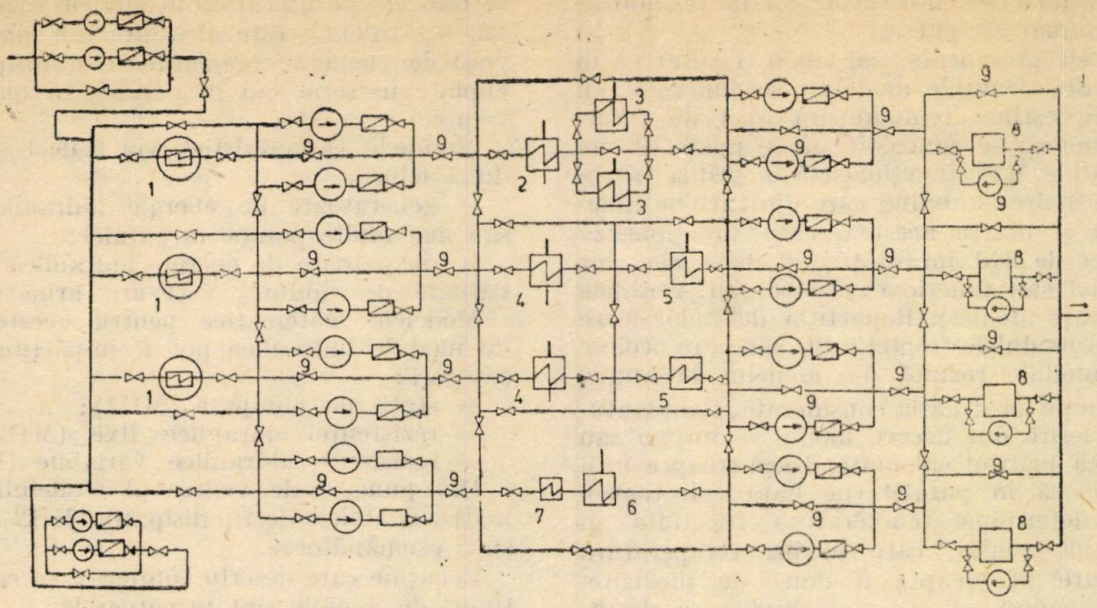


Fig. 3. Schema unei instalaţii de încălzire şi vehiculare a apei fierbinţi dintr-o CET caracteristică pentru România: 1-fascicul înglobat în condensator; 2-schimbător de bază tr. I TA urban (JP); 3-schimbător de bază tr. II TA urban (MP); 4-schimbător de bază industrial (JP); 5-schimbător de vîrf TA industrial (MP); 6-schimbător de bază TA industrial (MP); 7-recuperator condensator (subrăcitor) (MP); 8-CAF; 9-ventil reglare.

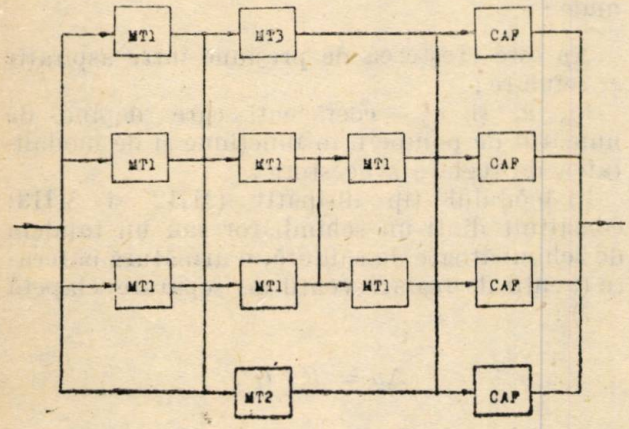


Fig. 4. Schema termică echivalentă a instalaţiei pentru încălzirea apei fierbinţi la CET.

te şi în special în exprimarea matematică a legăturilor între module. În acelaşi timp, trebuie menţionat faptul că modelul general al instalaţiei de încălzire a apei fierbinţi nu este independent, el trebuind corelat cu modelul turbinei cu abur, în special sub aspectul caracteristicii presiune-debit a acesteia. Aceeaşi turbină cu abur determină funcţionarea unuia sau mai multor module termice simultan, ceea ce complică mult algoritmul legăturilor între module şi prin urmare algoritmul general de calcul. Numărul, tipul şi modul de comportare al turbinelor cu abur constituie factori decisivi, de natură să influenţeze însăşi logica algoritmului general de calcul.

Principial, modelul general poate fi pus la rîndul său în două situaţii diferite, şi anume:

a) se fixează regimul şi încărcarea turbinei şi se determină parametrii agentului termic;

b) se cunosc parametrii agentului termic şi se determină regimul de funcţionare şi încărcarea turbinei.

Trebuie remarcat că situaţiile modelate sînt diferite de regimul de dimensionare al instalaţiei considerat cunoscut şi utilizat ca atare în model. Astfel, în situaţia în care se cunosc debitele disponibile de abur se poate aprecia cu suficientă aproximaţie cantitatea totală de căldură care trebuie preluată de către apa de reţea. În funcţie de metoda de reglare (graficul de reglaj) se stabilesc atît debitul de apă, cît şi temperatura acesteia pe retur, corespunzătoare cantităţii totale de căldură.

Modelul matematic general va stabili temperatura apei la ieşirea din schimbătoarele de bază t_{SB} şi contribuţia necesară a CAF pentru realizarea temperaturii pe tur, corespunzătoare graficului de reglare. În situaţia în care se poate calcula precis cantitatea totală de căldură se face apel la metoda de reglare pentru a stabili temperatura t_{SB} şi la o concepţie de alegere a regimului de funcţionare şi încărcare a turbinelor în funcţie de sarcina termică totală (ce turbine funcţionează şi ce sarcină termică preia fiecare). Legăturile dintre modulele termice depind de modul de funcţionare a schemei tehnologice.

Schema prezentată în figura 3 permite atît funcţionarea bloc, cît şi funcţionarea comună

a instalațiilor aferente turbinelor de termoficare (în număr de patru).

Din cele prezentate mai sus a rezultat că în oricare din situațiile modelate se cunoaște sau se poate estima temperatura apei de retur. De asemenea, se cunoaște sau se poate estima cîte module MT1 funcționează în prima treaptă de încălzire (stabilind care din turbine funcționează și dintre acestea, care funcționează în regim de vid înrăutățit) și dacă ele sînt în paralel sau funcționează bloc (cu ventilele de separare închise). Repartiția debitelor care trec prin modulele treptei întîi sau care ocolesc aceste module rezultă din modelul hidraulic.

În funcție de situația considerată, temperaturile de ieșire din fiecare modul se impun sau rezultă ca mărimi calculate. Dacă treapta întîi funcționează în paralel (pe bară colectoare), se va determina temperatura rezultată în urma amestecului, care devine temperatura de intrare în treapta a doua de încălzire. Similar, cunoscînd sau apreciind care dintre module funcționează în paralel în treapta a doua, se stabilește prin modelarea hidraulică repartiția debitelor de apă. Temperaturile de intrare fiind cunoscute, se determină în fiecare modul temperatura de ieșire (sau dacă aceasta a fost fixată inițial, se calculează debitul de abur necesar). În acest stadiu al parcurgerii modelului se verifică dacă turbina acceptă rezultatele obținute pentru treptele întîi și doi de încălzire a apei. Dacă acestea nu sunt compatibile, se operează corecțiile necesare asupra datelor de intrare.

Tot pentru a asigura corelarea între debitul și presiunea aburului se poate recurge și la modificarea repartiției debitelor de apă între modulele treptei întîi sau treptei a doua de încălzire, în măsura în care regimul hidraulic este reglabil sau la modificarea modului de funcționare (prin trecerea de la funcționarea în paralel la aceea bloc sau invers). După aceea se determină temperatura realizată în urma amestecului, acolo unde acesta se produce, și se trece la calculul treptei a treia de încălzire dacă este cazul. Procedura de calcul este identică. Se stabilesc debitele de apă și rezultă consumul de combustibil al fiecărui CAF aflat în funcțiune.

Trebuie arătat că modelul CAF conține în interiorul său și recircularea pentru menținerea constantă a temperaturii de intrare în cazul funcționării în regim de bază.

B. Modelarea regimurilor hidraulice

Modelarea regimului hidraulic dintr-o asemenea instalație este analoagă calculului unui circuit electric de curent continuu. Analogia se bazează pe faptul că în ambele cazuri schema echivalentă este alcătuită din două categorii de elemente (generatoare și disipatoare), cuplate în serie sau în paralel, în mai multe trepte.

Modulele caracteristice vor fi deci și ele de două feluri :

— generatoare de energie hidraulică : una sau mai multe pompe în paralel ;

— disipatoare de energie hidraulică : schimbătoare de căldură, CAF-uri, armături.

Modelele matematice pentru aceste tipuri de module hidraulice pot fi împărțite în trei categori :

— stații de pompare (MH1) ;

— rezistențe hidraulice fixe (MH2) ;

— rezistențe hidraulice variabile (MH3).

Din punctul de vedere al modelului matematic, modulele de tip disipativ (MH2 și MH3) sînt asemănătoare.

Ecuațiile care descriu comportarea celor trei tipuri de module sînt următoarele :

a) modulul tip generator (MH1), care este constituit din n pompe identice în paralel :

$$\Delta p = a_0 - a_1 * G - a_2 * G^2$$

unde :

Δp este creșterea de presiune între aspirație și refulare ;

a_0, a_1 și a_2 — coeficienți care depind de numărul de pompe n în funcțiune și de modalitatea de reglare a acestora ;

b) modulul tip disipativ (MH2 și MH3) constituit dintr-un schimbător sau un tandem de schimbătoare de căldură, o armătură oarecare (ventil de reglare ventil de separare clapetă ...) :

$$\Delta p = R * G^2,$$

în acest caz Δp fiind pierderea de presiune, iar R — rezistența hidraulică. Dacă în intervalul temperaturilor de lucru variația densității cu temperatura este sensibilă, debitul masic de apă G va fi înlocuit în cele două relații cu debitul volumic.

Modelarea matematică a regimului hidraulic al unei instalații de încălzire a apei fierbinți la CET presupune realizarea schemei hidraulice echivalente a instalației, prin combinarea unui număr oarecare de module din fiecare tip. O astfel de schemă, echivalentă din punct de vedere hidraulic cu schema tehnologică cu grad de generalitate maxim pentru oricare CET din țara noastră din figura 3, este prezentată în figura 5. Schema poate modela diverse cazuri, din care două sînt de reținut :

a) se impun presiunile la intrarea și la ieșirea din schemă și se determină numărul de

trepte de pompare și numărul de pompe din fiecare treaptă ;

b) se impune numărul de trepte de pompare și numărul de pompe din fiecare treaptă și se determină presiunile la intrarea și la ieșirea din schemă.

apă pe fiecare modul termic, în fiecare din cele trei trepte de încălzire.

În cazul în care se impun presiunile de intrare și de ieșire (pe turul și pe returul rețelei) și se cere numărul de trepte și numărul de pompe, procedura este următoarea. Diferența de

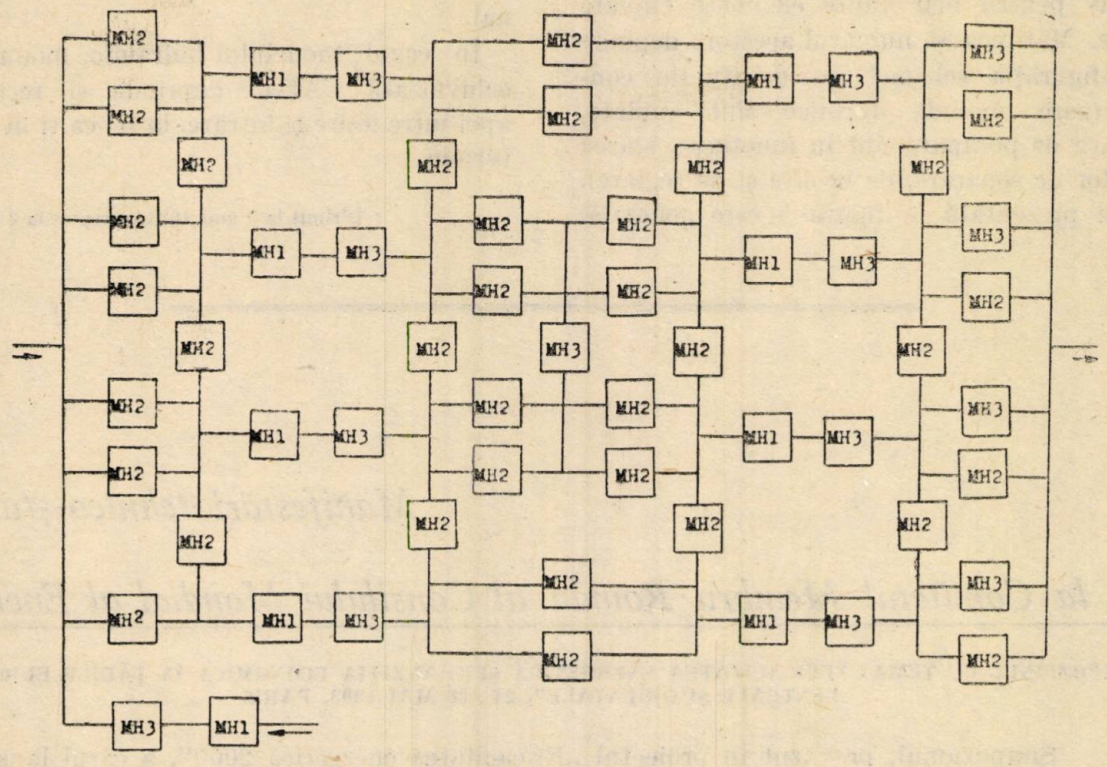


Fig. 5. Schema echivalentă hidraulic a instalației pentru încălzirea și vehicularea apei la CET.

Calculul va fi în cele mai multe cazuri iterativ, numărul de iterații depinzînd de numărul de condiții și restricții caracteristice fiecărui caz concret.

Ca principiu, se stabilesc punctele de egală presiune și numărul de drumuri (treceri) posibile între două linii formate din asemenea puncte. Repartiția debitului total de apă pe fiecare din aceste drumuri va fi determinată de rezistența hidraulică a fiecărui drum. Numărul de pompe și numărul de trepte de pompare va fi determinat de debitul total de apă și de necesarul de presiune cerut, iar stabilirea punctului de funcționare al fiecărei stații de pompare impune alegerea modului de reglare al debitului.

Din cele prezentate anterior rezultă că modelul hidraulic este interconectat cu modelul termic.

El preia din modelul termic configurația schemei (numărul și tipul rezistențelor hidraulice și modul lor de cuplare) și transmite acestuia modul de repartiție al debitului total de presiune tur-retur permite stabilirea numărului de trepte de pompare (una sau două în cazul schemei tehnologice din figura 3).

Pentru o configurație dată a schemei hidraulice echivalente se pot determina pierderile de presiune de la intrare la prima treaptă, între treapta întîi și treapta a doua și de la treapta a doua la ieșire. Se determină astfel presiunile de aspirație și de refulare pentru fiecare stație de pompare (funcție și de modul de funcționare al schemei : bloc sau paralel). Cunoscînd debitul total de apă, modulul MH1 permite stabilirea numărului de pompe și eventual necesitatea reglării lor.

În cazul în care se impune numărul de trepte și numărul de pompe, cunoscînd debitul total de apă, rezultă presiunile de aspirație și de refulare pentru fiecare stație de pompare. Calculînd pierderile de presiune între retur și aspirația treptei întîi, între refularea treptei întîi și aspirația treptei a doua și între refularea treptei a doua și tur rezultă disponibilul de presiune tur-retur.

Calculul pierderilor de presiune se poate face cunoscînd mărimea rezistenţelor hidraulice fixei şi modul lor de interconexiune. Analog calculului unui circuit de curent continuu, se pot stabili şi în acest caz rezistenţe hidraulice echivalente pentru mai multe elemente cuplate în paralel, respectiv pentru mai multe elemente cuplate în serie. Mărimea şi numărul acestora depinde de configuraţia schemei într-o situaţie concretă (care module termice sînt cuplate, cîte staţii de pompare sînt în funcţiune, starea ventilelor de separare, de ocolire şi de reglare). Schema prezentată în figura 5 este generală. Ea nu surprinde o situaţie concretă de funcţionare, pentru că, spre deosebire de modelul termic, modelul hidraulic este alcătuit din aceleaşi elemente poate funcţiona în mai multe feluri pentru fiecare din acestea, rezultînd o schemă hidraulică echivalentă diferită funcţional.

În cazul modelului hidraulic, modulul care echivalează CAF-ul cuprinde şi recircularea apei între ieşire şi intrare, la fel ca şi în modelul termic.

(Primit la 3 mai 1993, acceptat la 6 iulie 1993)

Manifestări tehnico-ştiinţifice

De la Comitetul Membru Român al Consilului Mondial al Energiei

SIMPOZIONUL CU TEMA: "EFICACITATEA ENERGETICĂ ŞI TRANZIŢIA ECONOMICĂ ÎN ŢĂRILE EUROPEI CENTRALE ŞI ORIENTALE", 24–28 MAI 1993, PARIS

Simpozionul, prevăzut în proiectul „Eficacitatea energetică 2000", a cărui lansare a fost decisă în anul 1990 de consilierii speciali în domeniul energiei ai guvernelor ţărilor membre ale Comisiei Economice pentru Europa a ONU, a fost cel de al doilea cu tema sus-arătată şi s-a ţinut la Paris, organizator fiind CEE–ONU, împreună cu ADEME (Agence de l'Environment et de la Maîtrise de l'Energie) din Franţa.

La simpozion au participat 160 de delegaţi din 28 de ţări şi 18 reprezentanţi a opt organizaţii internaţionale. Din România au participat un delegat de la Ministerul Industriei, un delegat de la ARCE, un delegat de la Universitatea Politehnică Bucureşti, cinci delegaţi de la ISPE şi subsemnatul de la ICEMENERG, reprezentînd totodată Comitetul Membru Român al CME (Londra).

Simpozionul a luat cunoştinţă de politicile energetice adoptate de ţările din zonă în ultimii ani, îndeosebi în sectoarele de consum : industrie, agricultură şi habitat. Problemele legate de creşterea eficacităţii energetice au făcut obiectul rapoartelor prezentate şi al dezbaterilor aferente.

O atenţie deosebită a fost acordată zonelor de demonstraţie. În legătură cu acest punct, ţara noastră, care îşi manifestase intenţia de a realiza o astfel de zonă la Deva, s-a prezentat deficitar la simpozion, întrucît proiectul a rămas la un stadiu incipient de intenţii, în timp ce numeroase alte ţări din regiune au trecut la fapte, prin proiectarea şi realizarea zonelor de demonstraţie, beneficiind astfel de fondurile şi asistenţa tehnică ale Proiectului „2000".

Şedinţa a beneficiat de prezenţa ministrului mediului din Franţa, Michel Barnier, care a salutat simpozionul din partea guvernului ţării gazdă.

Printre altele, d-sa a arătat că Franţa s-a declarat pregătită să continue cooperarea cu ţările cu sisteme economice în tranziţie prin intermediul ADEME şi al industriei franceze, dînd preferinţă acţiunilor descentralizate şi pragmatice.

În continuare, directorul Diviziei Energie a CEE–ONU, Klaus Brendow, a mulţumit ministrului şi guvernului francez, arătînd că reducerea intensităţii energetice este o necesitate globală, cu accent deosebit la economiile de tranziţie. Se urmăreşte o reducere a acestei inten-

sitați la jumătate din valoarea actuală în următorii 30 ani și încă o dată la jumătate în cei 40—50 ani care urmează. Doar în felul acesta se vor putea elimina riscurile ecologice, exacerbate de creșterea demografică și a consumurilor energetice pe cap de locuitor.

A urmat la cuvînt Sergio Garriba, directorul cooperării tehnice, cercetării și dezvoltării din Agenția Internațională pentru Energie (AIE) a OECD, care a anunțat studiile specifice, elaborate de AIE pentru țările din zonă : Polonia, Ungaria, Cehia și Slovacia și, în prezent în curs de definitivare, cel pentru România.

Sesiunile de lucru

Secția I. Politici energetice naționale

S-a apreciat că strategiile nu urmăresc o reducere a confortului și a nivelului de trai sau un rabat de la calitatea tehnologiilor industriale. Nu există rețete tip, ele sînt specifice și adaptate fiecărei țări în parte. Pentru economiile în tranziție, punctul de plecare îl constituie evaluarea corectă a consumului necesar de energie finală, operație ce trebuie efectuată de un institut specializat, care trebuie să existe sau să fie creat în țările cu economie în tranziție. În țara noastră consider că un astfel de institut există, el este ICEMENERG.

Secția a II-a. Tranziția economică în sectoarele consumatoare de energie

Sînt de semnalat trei comunicări, care au ieșit în evidență :

— Alexander Vacic, directorul Direcției de analiză economică și perspectivă a CEE — ONU : *Sprijinul internațional și intern pentru demararea economiilor de piață în Europa de Est și fosta URSS* ;

— Bernard Laponche, expert internațional în probleme de eficiență energetică, consilier al ADEME pentru ARCE din România : *Consumuri energetice în Europa centrală și orientală* ;

— Lee Schipper de la Lawrence Berkeley Laboratories, USA : *Prăbușire și renaștere : cererea de energie în fosta URSS*

Au urmat subsecțiile :

II.1. : *Industrie și agricultură*

II.2 : *Gestiunea energetică în zone urbane*

II.3 : *Zone de demonstrație*

Secția a III-a : Finanțarea eficienței energetice

Iată cîteva concluzii la secția a III-a :

— prețul energiei trebuie să reflecte costurile pentru a finanța eficiența energetică ;

— investițiile în sectorul consumului de energie finală trebuie să sporească, întrucît au un efect foarte important asupra necesarului de energie primară și un termen de recuperare scurt ;

— ajutorul internațional are tendința de a se îndrepta spre proiectele de mare anvergură. Țările trebuie să-și creeze structuri naționale pentru finanțarea proiectelor mici și mijlocii.

Secția a IV-a. Cum trebuie pornit? Decizii, organizare și necesități

S-a remarcat că asistența tehnică acordată de țările occidentale a fost uneori absolut inadaptată țărilor din Europa centrală și de est, întrucît consultanții trimiși nu aveau experiența necesară acestor țări. Eficacitatea energetică trebuie să constituie o componentă inseparabilă de dezvoltare economică, socială și ecologică și nu să se transforme într-un scop în sine.

Secția a V-a. Masă rotundă cu președinții și raportorii generali ai secțiilor precedente

Concluzii generale şi recomandări

a) Progresele obţinute în ultimii trei ani pe linia ameliorării eficienţei energetice în ţările cu economie în tranziţie sînt apreciate ca insuficiente în general, constatîndu-se totodată diferenţe apreciabile de la o ţară la alta.

b) Se constată o deteriorare a cadrului macroeconomic în care trebuie să se desfăşoare acţiunea de îmbunătăţire a eficienţei energetice, ceea ce a condus la o mărire a decalajului dintre economiile de piaţă şi cele de tranziţie.

c) Cu toate acestea, recesiunea actuală nu trebuie să constituie un pretext pentru micşorarea interesului acordat acţiunii ce are în vedere creşterea eficienţei energetice. Eficienţa energetică nu va fi o consecinţă a redresării economice în ţările cu economie de tranziţie, ci o condiţie prealabilă necesară (deşi, ce-i drept, nu şi suficientă).

d) Se apreciază la 30 % din consumul global actual de energie, cel care poate fi economisit cu costuri nule sau minime şi fără întîrziere (în următorii cîţiva ani). (Presupunerea este optimistă şi foarte exagerată). În continuare există un potenţial de economii realizabile cu costuri mai ridicate, dar totuşi economic rentabile : izolaţie termică sporită, cogenerare, substituirea unor forme de energie cu altele, restructurarea industriei.

e) Cooperarea internaţională va continua să joace un rol important de catalizator, în special prin proiecte precizate şi realizate în cadrul unor obiective descentralizate. CEE-ONU, CE (Comunitatea Europeană — Europa celor 12), OECD/AIE au acordat şi acordă asistenţă prin iniţierea unor politici de eficienţă energetică şi a unor proiecte concrete. Fondurile de care dispun aceste organizaţii internaţionale sînt însă limitate, motiv pentru care cooperarea internaţională trebuie dirijată în continuare pe canale care să se poată justifica economic prin finanţări recuperabile. Ce s-a făcut pînă în prezent nu reprezintă acţiuni de anvergură, ci un număr relativ important de proiecte de gestiune a energiei, specifice şi descentralizate, în stadiul de proiect pilot, de demonstraţie sau de fază precomercială.

f) Proiectul „Eficienţa energetică 2000" a primit din partea CEE-ONU o descărcare şi relansare prin „Declaraţia ministerială asupra mediului", adoptată la Lucerna la 30.04. 1993. S-a recomandat ca în afară de colocvii, cum a fost cel prezentat aici, şi de ateliere organizate cu ocazia unor tîrguri comerciale, să se acţioneze pentru :

— zone de eficacitate energetică,
— normare, testare şi atestare (labeling) energetică a produselor,
— ingineria financiară (o noţiune tot mai des folosită) a proiectelor de eficienţă energetică,
— aplicaţii sociale ale eficienţei energetice.

Trebuie atraşi şi cointeresaţi toţi factorii ce pot deveni actori, avînd preocupări contingente cu tematica economiei energetice : autorităţi locale (primării), agenţi economici, societăţi cooperative, asociaţii de consumatori, agenţii de conservare a energiei şi mediului, unităţi de proiectare, sisteme urbane de transport şi altele.

Nu este neapărat necesară realizarea unor proiecte cifrate la miliarde de dolari, ci captarea unei atenţii distributive, descentralizate, asupra unei întregi game de acţiuni, aparent mărunte, dar cu atît mai uşor şi rapid realizabile, la care să fie antrenaţi toţi factorii potenţiali şi conştientizată şi motivată întreaga populaţie.

Prezenţa românească

S-au remarcat prin funcţii în conducerea unor secţii, V. Muşatescu şi G. Manolescu, iar prin rapoartele româneşti şi prin intervenţii în dezbateri, C. Moţoiu şi C. Rotaru.

Între intervenţiile subsemnatului se numără cea de la secţia I, în care am semnalat, din împuternicirea şi în numele Consiliului Mondial al Energiei, rolul important pe care îl joacă organizaţiile neguvernamentale (NGO) — CEE-ONU e guvernamentală — şi în special CME în problematica simpozionului, precum şi necesitatea legăturii între diversele organizaţii internaţionale, pentru o corelare eficace şi evitarea suprapunerilor între acestea.

Dr. ing. CĂLIN MIHĂILEANU
ICEMENERG
Vicepreşedinte al CMR—CME

SEMINARUL "REABILITAREA CENTRALELOR TERMOELECTRICE CU LUAREA ÎN CONSIDERARE A PROTECȚIEI MEDIULUI AMBIANT"

Ankara, 29 martie-2 aprilie 1993

Comisia Economică ONU pentru Europa (UN—ECE) desfășoară o serie de activități menite să faciliteze procesele de trecere la economia de piață a țărilor din centrul și estul Europei, în condițiile de utilizare cît mai eficientă a combustibilului și cu respectarea cerințelor, tot mai exigente, de protecție a mediului ambiant.

În acest context se înscrie și seminarul de la Ankara organizat de Grupul de lucru pentru energie electrică din cadrul Diviziei de Energie a Comisiei Economice ONU pentru Europa, precum și de Compania de Electricitate a Turciei (TEK).

Seminarul a urmărit să asigure un schimb de experiență privind stadiul actual al reabilitării termocentralelor, evaluarea impactului asupra mediului ambiant în contextul dezvoltării energetice durabile, aspecte legislative, tehnologii de îmbunătățire a calității aerului și creșterea puterii centralelor existente.

Au participat specialiști din următoarele țări : Albania, Austria, Bulgaria, Franța, Germania, Ungaria, Polonia, România, Rusia, Elveția, Turcia, Anglia, Kazahstan, Turkmenia și Kirkizia (circa 120 specialiști).

Din rapoartele prezentate în cadrul celor patru teme ale seminarului, din discuțiile care au avut loc pe marginea acestora, se desprind următoarele idei mai importante :

Tema 1. Evaluarea impactului reabilitării termocentralelor asupra mediului ambiant

1. Consumul de energie electrică în țările membre ale UN—ECE a reprezentat, în anul 1990, 67 % din consumul mondial, fiind de 8044 TWh ; 41 % din această cantitate a fost obținută din combustibil solid.

2. Pentru o perioadă importantă de timp, cărbunele va reprezenta o sursă importantă (rezerve mondiale circa 1000 mrd. tone) pentru producerea energiei electrice.

3. În condițiile protejării mediului ambiant, proiectele de asigurare a creșterii cerințelor de energie electrică capătă noi dimensiuni. În acest sens se remarcă conceptul „**sustainable energy development**" (**dezvoltare energetică durabilă**), explicat în raportul Comisiei Brundland ca „*asigurarea cerințelor actuale fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile lor cerințe*".

4. Sistemul energetic, de la producția de energie electrică pînă la ultimul consumator, trebuie privit ca un sistem integrat, interactiv și independent. Producția de energie electrică prin utilizarea combustibililor fosili este o sursă de poluare a aerului cu sulf, azot și bioxid de carbon.

5. Impactul asupra mediului ambiant al termocentralelor funcționînd cu cărbune trebuie analizat și găsite soluții ținînd seama de poluarea :

- — locală (particule, compuși volatili) ;
- — regională (emisii de bioxid de sulf, SO_2, și de oxizi de azot, NO_x, care pot produce poluarea la nivel național sau transfrontieră) ;
- — globală (concentrări de CO_2, gaz metan, CH_4, și alte gaze care produc efectul de seră).

6. Problema care stă în fața factorilor de decizie este de a satisface cerințele de energie nu numai pe baza principiului „dezvoltări cu costuri minime", dar și în contextul „dezvoltării durabile" prin :

- — utilizarea rațională a energiei electrice prin managementul pe parte de producere și pe parte de consum ;
- — creșterea eficienței utilizării căldurii prin tehnologii noi, cum ar fi ciclul combinat, producția combinată de energie electrică și termică.

Tema 2. Reabilitarea termocentralelor

1. Principalele țeluri la nivel național în țările membre ale UN—ECE continuă să fie : siguranța în alimentarea cu energie electrică, eficiența utilizării energiei, protecția mediului și conceptul de „dezvoltare durabilă".

2. Guvernele au stabilit instituții și/sau departamente specializate pentru protecția mediului.

3. Legislația pentru protecția mediului a fost substanțial îmbunătățită în țările membre ale UN—ECE sub auspiciile Convenției privind poluarea transfrontieră din 16.03.1983.

4. În prezent, sînt disponibile tehnici care să evalueze impactul termocentralelor asupra mediului din punctul de vedere al aerului, apei, zgomotului, vibrațiilor, biologic și vizual. De asemenea, există tehnologii de ardere pentru a reduce emisia de sulf și azot, dar problema bioxidului de carbon CO_2 nu este încă rezolvată.

5. Reducerea emisiilor la termocentralele noi se face prin echipare cu tehnologii avansate, justificate tehnico-economic. Pentru centralele existente programele sînt concentrate pe reabilitare și retehnologizare, bazate pe analize cost-beneficiu.

6. În legătură cu produsele secundare rezultate din procesul de curățare a gazelor arse, trebuie să se țină seama în calculele de optimizare, de costurile tratării și posibilitățile de utilizare a acestora.

7. Retehnologizarea este definită ca o înlocuire parțială sau totală a unei termocentrale existente în scopul creșterii randamentului și al reducerii impactului asupra mediului, prin tehnologii avansate de ardere, cum ar fi : arderea în strat fluidizat, instalarea unor turbine cu gaze într-un ciclu combinat sau a unei instalații de gazeificare.

8. Pentru retehnologizarea unor termocentrale pentru a îndeplini limitele legale de emisie, sînt necesare fonduri importante. Stabilirea ordinii de prioritate este necesar să se facă pe baza unei evaluări economice (durata de viață proiectată, investiții, costuri de funcționare și întreținere) a condițiilor regionale (posibilități pentru depozitarea produselor secundare, livrarea de abur și apă fierbinte, importanța zonei din punctul de vedere al mediului ambiant). Se consideră că problema este multidimensională și necesită modele neliniare.

Tema 3. Reducerea impactului termocentralelor existente asupra calității aerului

1. Măsurile de reabilitare a unei termocentrale existente au în vedere și acele lucrări care să contribuie la reducerea emisiilor (gaze și particule). În acest scop s-au elaborat tehnologii care se aplică în diverse zone ale circuitului combustibil-gaze de ardere (înainte de ardere, în procesul arderii, pe traseul de evacuare a gazelor).

2. Dintre tehnologiile de reducere a oxizilor de azot din gazele de ardere, se menționează printre altele și arzătoare specializate de tip „low NO_x", reducerea catalitică selectivă (SCR), reducere necatalitică selectivă (SNCR).

3. Dintre tehnologiile de reducere a bioxidului de sulf din gazele de ardere se menționează, printre altele, instalațiile de desulfurare a gazelor (ı GD) de tip umed, uscat și semiuscat.

4. Există și procese combinate de reținere a bioxidului de sulf și oxizilor azot care se obțin prin modificarea fie a procesului FGD, fie a celui SCR, fie prin aplicarea ambelor procese.

5. În toate procesele de eliminare a SO_2 și NO_x din gazele arse rezultă produse secundare pentru care trebuie să fie disponibile tehnologii de stabilizare a acestora și piețe de desfacere.

6. Trebuie să se țină seama că aceste procese sînt consumatoare de energie, astfel că pe ansamblul unității randamentul scade și crește emisia de CO_2.

7. În etapa actuală nu sunt disponibile tehnologii pentru reducerea emisiei de CO_2. Scruberele de CO_2 cauzează o reducere importantă a eficienței procesului de producere a energiei electrice, pînă la 50 %, și de asemenea depozitarea CO_2 necesită costuri considerabile. Soluția de reducere a emisiei de CO_2 poate fi luată în considerare la instalarea unităților noi prin utilizarea unor tehnologii avansate de ardere.

8. Retehnologizarea (repowering) urmărește aplicarea tehnologiilor care să permită obținerea unor performanțe îmbunătățite de către o instalație existentă cu scopul creșterii disponibilității și fiabilității, reducerii costurilor de funcționare și întreținere, reducerii și controlului poluării mediului ambiant.

9. Retehnologizarea unei termocentrale funcționînd cu cărbune include înlocuirea cazanelor din termocentrală cu o tehnologie „curată", cum ar fi instalația integrată cu gazeificator și ciclu combinat abur-gaze (IGCC).

Tema 4. Tehnologii de tratare a apei evacuate și managementul deșeurilor solide

1. În definirea proceselor de tratare cele mai importante criterii sînt cele privind calitatea și cantitatea apei care trebuie tratată. Experiența arată că este preferabil ca facilitățile pentru tratarea apei să se instaleze odată cu intreaga termocentrală. În cazurile în care procedeele alese sînt ineficiente sau nu mai corespund legislației trebuie avută în vedere și reabilitarea acestor instalații.

2. Deșeurile solide de la o termocentrală pot proveni de la manipularea și prepararea cărbunelui, din procesul arderii (cenușă, zgură) și procesul de curățire a gazelor arse. Este deja cunoscut că cenușa uscată se folosește în construcții pentru ciment, agregate pentru șosele, agricultură, recuperare minerale.

3. Există încă bariere instituționale și legislative, standarde care afectează negativ utilizarea produselor secundare. Țările ar trebui să dezvolte politici proprii care să încurajeze utilizarea cenușii uscate.

4. Apariția instalațiilor de desulfurare au impus necesitatea „stabilizării" produselor secundare, astfel încît să se excludă posibilitatea ca, în urma depozitării acestora, să se polueze mediul ambiant cu apă acidă sau alte componente periculoase.

Referatele prezentate în cadrul temelor au cuprins de regulă :

— concepții de abordare a problematicii temei (Anglia, Turcia);

— prezentarea generală și specifică a problemelor legate de producția de energie electrică și protecția mediului (Rusia, Ungaria, Turcia, Polonia, Bulgaria, România);

— prezentarea de către firme specializate a unor tehnologii și echipamente pentru asigurarea caracterului „curat" al termocentralelor (firmele ABB, STEAG, STEINMÜLLER).

Delegația RENEL a prezentat referatul „**Considerații privind reabilitarea termocentralelor din România**"; cu această ocazie s-au prezentat și unele elemente privind sistemul global de tratare a concepției de reabilitare, REPAC (Reabilitare Procedurată Asistată de Calculator), aflat în curs de elaborare în cadrul DGPEET—ISPE.

Documentele, informațiile și datele obținute în cursul seminarului se consideră utile în contextul general al activității RENEL de reabilitare a termocentralelor, precum și în planul relațiilor de colaborare cu organizații similare celor ce fac parte din RENEL.

Se pot reține următoarele concluzii mai importante :

— lucrările de reabilitare a termocentralelor trebuie să aibă în vedere și problema complexă a protecției mediului ambiant;

— datorită costurilor și duratelor necesare execuției lucrărilor de reabilitare, stabilirea priorităților și a lucrărilor necesare face obiectul unor studii cuprinse într-un sistem global, de abordare a reabilitării;

— în țările cu economie de tranziție se constată o preocupare deosebită de studiere a tehnologiilor care asigură caracterul „curat" al termocentralelor, în vederea implementării acestora la momentul oportun (fonduri, respectarea legislației etc.);

— eficiența lucrărilor de retehnologizare și de protecție a mediului impune o bună cunoaștere a caracteristicilor combustibilului (în special cărbune, lignit) utilizat.

Cîte un exemplar din referatele prezentate se află în posesia DGPEET și ISPE. Acestea urmează să fie prelucrate ulterior de către specialiștii ISPE și distribuite celor interesați.

ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU — DGPEET
ing. CĂLIN TEODORESCU — ISPE
ing. ROMULUS HELJIU — ISPE
ing. GABRIEL ROMAȘCU — ISPE

CONFERENCE NATIONALE DE LA SOCIETÉ ROUMAINE DE THERMODYNAMIQUE

28—29 MAI 1993 — Bucarest

Compte rendu par Professeur M. FEIDT

Cette conférence a été organisée par l'Université Polytechnique de Bucarest et l'Académie militaire de Bucarest.

Le président du Comité d'organisation était le Professeur V. Radcenco de l'Université Polytechnique. L'Académie technique militaire était représentée par Monsieur le Recteur F. Papuc.

Les 2 journées ont rassemblé environ deux cents personnes qui, après une demijournée de conférences générales, ont assisté à des réunions de synthèse réparties en 11 sections, selon le schéma ci-après :

- section I — Thermo classique 7 (modérateur N. Leonăchescu)
- section II — Thermo en temps fini 30 (modérateurs V. Hoffmann et I. Făgărășanu)
- section III — Transfer de chaleur et de masse 34 (modérateurs M. Bologa, A. Dobrovicescu)
- section IV — Installations frigo et cryo 26 (modérateurs M. Grigoriu, S. Porneală)
- section V — Combustion 18 (modérateurs M. Marinescu, D. Mădărășan)
- section VI — Thermogasodynamique 12 (modérateurs S. Stephan, A. Chisacof)
- section VII—Moteurs thermiques 21 (modérateurs M. Nastase, A. Paviu)
- section VIII — Thermohydraulique d'équipements énergétiques 7 (modérateur C. Neaga)
- section IX — Compresseurs et moteurs pneumatiques à piston 6 (modérateurs D. Aradau, R. Czibula)
- section X — Modèles numériques de processus thermiques 21 (modérateurs C. Brătianu, O. Mălăncioiu)
- section XI — Protection du milieu ambiant 9 (modérateur N. Băran)

Il ressort de ces diverses sections une importance marquée des travaux développés dans le domaine des modélisations numériques de processus thermiques des moteurs thermiques, des machines frigorifiques, cryogéniques, et aussi et surtout sur la Thermodynamique en temps fini et les transferts de masse et de chaleur qui sont les deux points forts de l'Ecole roumaine.

Les instituts les plus dynamiques dans le domaine de la thermodynamique et de la thermique avec lesquels nous avons eu contact, sont en plus des deux institutions précédemment citées :

— l'Institut de Marine Civile de Constanța,

— l'Institut de Recherche pour l'Industrie Électrotechnique de Bucarest,

— l'Institut de Génie Civil de Bucarest,

— l'Institut de Cryogénie et de Séparation Isotopiques de Vilcea,

— l'Université de Pitești.

— l'Université de Brașov.

Après une longue période d'isolement, la Romanie, qui reste un pays latin et francophone, a un profond désir de s'ouvrir sur l'extérieur. Mais s'il est assez aisé pour les Roumains de nous recevoir, il est beaucoup plus difficile pour eux de venir nous visiter (en raison de difficultés économiques actuelles).

Aussi, je préconise que nous soyons attentifs aux contacts qu'il est possible de nouer avec la Roumanie, qui est prête à nous accueillir dans ses colloques et congrès.

Par ailleurs, les contacts noués avec Monsieur le Professeur N. Leonăchescu, Président de la Société Roumaine de Thermotechnique, m'ont appris l'existence de deux revues roumaines dans le domaine de la Thermodynamique énergétique, dont la revue Energetica publiée depuis ans, et dont l'Editeur en Chef est le Dr. E. Pavel.

Des possibilités de publications en francais dans ces journaux semblent réalisables.

Enfin, la présente conférence était parrainnée par 4 Sociétés roumaines fabricant du matériel de réfrigération et climatisation, (ARTIC S.A., FRIGOCOM S.A., FRIGOTEHNICA S.A., MARCO FRIG S.A.R.L.), ainsi que par la Compagnie Roumaine d'Electricité RENEL (equivalente à E.D.F.).

Je reste a disposition des collègues et personnes qui souhaiteraient des compléments d'information, dans la mesure où je pourrai répondre a leur attente.

(Continuare din pag. 71)

a) Regimurile de fluidizare (cu un exemplu de calcul privind determinarea vitezelor caracteristice de fluidizare pentru un strat); b) Stratul fluidizat rapid (adică, practic, stratul situat deasupra nivelului de introducere a aerului secundar) (cu un exemplu de calcul al vitezei minime pentru fluidizarea rapidă a unui strat de particule); c) Structura straturilor fluidizate rapide (cu un exemplu de estimare numerică a structurii unui strat fluidizat rapid); d) Amestecul bifazic gaz — solid.

Dimensiunile și amplasarea suprafețelor de încălzire ale unui cazan influențează în mod hotărîtor valorile randamentului termic și capacității acestuia. Capitolul III, **Transferul căldurii**, tratează următoarele subiecte: a) Transferul călduri de la gaz la particulă (cu un exemplu de calcul al încăzirii aerului primar în strat și al timpului în care o particulă atinge temperatura stratului; b) Transferul căldurii de la strat la perete (cu două exemple de calcul: determinarea fluxului termic global către peretele unui focar cu strat fluidizat în circulație și determinarea efectului unor apripioare verticale montate pe un perete membrană); c) Schimbătorul de căldură cu strat fluidizat (subiect foarte puțin tratat pînă în prezent în literatura tehnică); d) Transferul căldurii către țevile imersate în straturile rapide; e) Transferul căldurii și funcționarea la sarcini parțiale (cu două exemple de calcul: determinarea coeficientului mediu de transfer al căldurii în secțiunea superioară a unui focar cu strat fluidizat în circulație și determinarea înălțimii minime necesare a stratului într-un focar cu strat fluidizat în circulație).

Capitolul IV, **Arderea**, tratează subiectele legate de procesul de ardere a combustibilului solid în strat fluidizat în circulație. Subiectele sînt grupate în trei teme: a) Fazele arderii cărbunelui (cu două exemple de calcul: estimarea timpului necesar degajării materiilor volatile dintr-o particulă de cărbune și arderii acestora într-un strat fluidizat și estimarea ratei de ardere a unei particule de cocs într-un strat fluidizat); b) Procesul de ardere în cazanele cu strat fluidizat în circulație; c) Dimensionarea și modelarea performanțelor focarelor cu strat fluidizat în circulație. În acest capitol reține atenția în mod deosebit subcapitolul care tratează fenomenele de măruntire care se produc în stratul fluidizat. Aceste aspecte sînt importante, influențînd sensibil asupra hidrodinamicii și arderii, însă tratarea lor în literatura tehnică este foarte sumară.

După o scurtă trecere în revistă a problemelor poluării mediului ambiant produse de instalațiile de ardere, capitolul V, **Emisii**, tratează următoarele subiecte: a) Poluarea aerului; b) Emisia de SO_2; c) Emisia de NO; d) Emisia de N_2O și e) Emisia de CO. Pentru fiecare emisie sînt prezentate atît modelele fizice, cît și cele chimice. În același capitol este prezentat și un model simplu al captării sulfului într-un cazan cu strat fluidizat în circulație. Totodată sînt date și estimări prudente ale emisiilor realizabile. Capitolul cuprinde și un exemplu de calcul al consumului de calcar pentru un cazan cu strat fluidizat în circulație. Capitolul VI, **Considerații de proiectare**, tratează etapele principale ale proiectării unui cazan cu strat fluidizat în circulație și anume: a) Calcule stoichiometrice; b) Bilanțul termic și material; c) Proiectarea focarului; d) Proiectarea suprafețelor de încălzire; e) Calculul termotehnic al unui cazan cu strat fluidizat în circulație (cu un examen de calcul în care se insistă în mod deosebit asupra focarului).

Separarea gaz — solid joacă un rol important în performanțele unui cazan cu strat fluidizat în circulație. Separatoarele au două puncte de utilizare: la capătul rece al cazanului și la ieșirea din focar. Capitolul VII, **Separatoare gaz-solid**, tratează: a) Cicloane (cu un exemplu de dimensionare a unui ciclon și b) Separatoare inerțiale cu un interesant algoritm pentru dimensionarea separatoarelor inerțiale).

Valvele nemecanice, distribuitoarele de gaz și separatoarele gaz — solid sînt trei componente majore ale focarelor cu strat fluidizat în circulație. Capitolul VIII, **Proiectarea componentelor sistemelor cu strat fluidizat în circulație**, tratează subiectele: a) Tipuri de valve nemecanice (care controlează curgerea materialului solid din circuitul de întoarcere în focar fără forță mecanică exterioară); b) Dimensiunarea unei valve în formă de L; c) Dimensionarea unei bucle de etanșare (cu un exemplu de calcul pentru o buclă la un punct de alimentare a focarului); d) Plăci de distribuție a agentului de fluidizare (aer sau gaz) (cu un exemplu de dimensionare a unei plăci de distribuție un focar cu strat fluidizat).

Reziduurile solide produse în cazanele cu strat fluidizat sînt diferite de cele produse în cazanele cu cărbune pulverizat. În primul rînd, temperatura de ardere este mai coborîtă, deci cenușa nu se topește și deci particulele de cenușă nu sînt sferice și, în mod obișnuit, nu conțin cenosfera. În plus, apare și calcarul introdus pentru controlul emisiei de SO_2, deci apare o cantitate de oxid de calciu și de sulfat de calciu care se adaugă la cenușă.

Capitolul IX, **Gospodărirea reziduurilor solide**, tratează caracteristicile, manipularea și utilizarea reziduurilor solide propuse de cazanele cu strat fluidizat în circulație. Subiectele sînt grupate în trei subcapitole: a) Natura deșeurilor solide; b) Utilizarea deșeurilor; c) Depozitarea deșeurilor (cu un exemplu de estimare a cantită-

ții de apă necesare pentru hidratarea reziduurilor solide produse de un cazan cu strat fluidizat în circulație).

Capitolul X, **Pierderi de material**, tratează problema dificilă și importantă a uzurii materialelor de a cărei rezolvare este atît de strîns legat succesul unui proiect de cazan cu strat fluidizat în circulație. Sînt tratate subiectele : a) Criterii pentru alegerea materialului ; b) Materiale folosite în mod obișnuit ; c) Soluții noi de proiectare pentru focarul inferior, pentru focarul superior, cicloane răcite cu apă.

Cartea continuă cu un număr de anexe. Anexa I, **Caracteristicile particulelor solide**, precizează noțiunile : diametru echivalent, sfericitate, dimensiune medie, caracteristici de vrac, clasificarea particulelor și oferă date privind viteza finală a unei particule și curgerea unui fluid prin straturi cu particule în vrac.

Anexa II, **Calcule stoichiometrice**, cuprinde informații privind : reacțiile chimice, cantitatea de aer necesar, cantitatea de sorbent necesar, cantitatea de reziduuri solide produsă, cantitatea de gaze de ardere produsă (cu un exemplu de calcul al cantității de oxigen produse la arderea a 1 kg de cărbune în prezența calcarului) și puterea calorifică a combustibilului, încheindu-se cu un exemplu de calcul al cantităților stoichiometrice necesare pentru proiectarea unui cazan de abur cu strat fluidizat în circulație.

Anexa III, **Model simplificat pentru captarea sulfului** cuprinde descrierea succintă a acestuia.

Anexa IV, **Tabele cu date de proiectare**, cuprinde un număr de tabele cu date utile : a) Constante fizice ; b) Sistemul de site pentru analiza granulometrică ; c) Viteze utilizate în mod obișnuit în cazane ; d) Vitezele de tranziție ale unei particule sferice ; e) Polinoamele pentru calculul căldurilor specifice ale gazelor ; f) Coeficienții binari de difuzie $O_2—N_2$ și $CO_2—N_2$; g) Factori de conversie a unităților de măsură, din S.I. în sistemul britanic și invers.

La sfîrșitul fiecărui capitol este prezentată o listă de notații și bibliogafia aferente capitolului respectiv.

Cartea prezintă un interes major, avînd în vedere avantajele oferite de cazanele cu strat fluidizat în circulație, și anume : flexibilitate față de calitatea combustibilului, randament ridicat al arderii, reținere eficientă a sulfului, emisie redusă de NO_x, secțiune transversală a focarului mai mică, număr mai redus de puncte de alimentare cu combustibil și dinamică bună. Această tehnologie este în continuă extindere și este de așteptat că va pătrunde și la noi în țară. Dacă ținem seama de faptul că la noi, în diferite sesiuni, simpozioane și alte manifestări asemănătoare, precum și în publicațiile apărute, s-a vorbit destul de puțin despre subiectul cazanelor cu strat fluidizat în circulație sau chiar s-au făcut afirmații eronate, recomandăm colegilor termoenergeticieni să citească această carte. Lucrarea este redactată într-un stil clar și concis, iar lectura ei este agreabilă. În acest fel se va deschide o fereastră spre o nouă tehnologie deosebit de promițătoare a acestui sfîrșit de secol.

Lucrarea poate fi consultată la ICEMENERG, Laboratorul de Inginerie pentru Echipamente Termoenergetice (LIET) București.

Dr. ing. GEORGE CHERCEA
ICEMENERG

INHALT

LEITARTIKEL 51

ENTWICKLUNGSRICHTUNGEN IN DER ENERGIEWIRTSCHTFA

KLAUS BRENDOW: Die Probleme West-und Osteuropas betuffend eine andauernde Entwicklung-vergleichende Betrachtung 52—63

WÄRMEKRAFTWERKE

MIRCEA CÂRDU: Spezielle Baumöglichkeiten, die auch im Dampfturbinenbau angewendet werden können 64—71

WASSERKRAFTWERKE

DUMITRU SPIRIDON: Hauptwege zur Vergrößerung der Anwendung des Wasserkraftpotentials Rumäniens 72—75

WÄRMEVERSORGUNG

CONSTANTIN NEAGA: Wirtschaftlichkeitsberechunug fur Auslegung und Prüfung von Wärmeisolierungen 76—83

VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU: Modelierung stabilisierter unvorgeschriebener Betriebsweisen der Warmwassererzeugungsanlagen der Heizkraftwerke 84—90

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

CĂLIN MIHĂILEANU: Energiewirtschaftseffizienz und wirtschaftlicher Übergang in dez zentral- und osteuropaischen Ländern 90—92

VLADIMIR CONSTANTINESCU, CĂLIN TEODORESCU, ROMULUS HELJIU, GABRIEL ROMAŞCU: Erneuerung der Wärmekraftwerke unter Beachtung des Umweltschutzes 93—95

REZENSIONEN

GEORGE CHERCEA: Basu, P. and Fraser, S. A. Circulating Fluidized Bed Boilers. Design and Operations (Kessel mit zirkulierenden Flüssigbett. Konzept und Betrieb.) 71, 97—98

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 51

НАПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

КЛАУС БРЕНДОУ: Вопросы Западной и Восточной Европы по долговременному развитию-сранительная оценка 52—63

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

МИРЧА КЫРДУ: Специальные конструктивные решения, применяемые в производстве паровых турбин 64—71

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ДУМИТРУ СПИРИДОН: Приоритетные пути повышения степени применения гидроэнергетического потенциала Румынии 72—75

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

КОНСТАНТИН НЕАГА: Экономический расчет проектирования и испытания тепловой изоляции 76—83

ВИКТОР АТАНАСОВИЧ, КРИСТИАН ЯЭДУКАНУ: Моделирование ,,неноминальных устойчивых'' режимом работы установок по отпуску тепла в виде горячей воды с ТЭЦ 84—90

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

КЭЛИН МИХЭИЛЯНУ: Энергетическая эффективность и экономический переход в странах Центральной и Восточной Европы 90—92

ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНЕСКУ, КЭЛИН ТЕОДОРЕСКУ, РОМУЛУС ГЕЛЖИУ, ГАБРИЕЛ РОМАШКУ: Перевооружение теплоэлектростанций с учетом защиты окружающей среды 93—95

РЕЦЕНЗИЯ

ДЖЕОРДЖЕ КЕРЧА: БАСУ, ПРАБИР и ФРАСИР, СКОТТ, А.—Котлы с циркулирующим кипящим слоэм. Концепция и эксплуатация 71, 97—98

CONTENTS

EDITORIAL 51

TRENDS IN ENERGY POLICY

KLAUS BRENDOW: West and European Approaches to Sustainable Erergy Development — a Comparative Assesement 52—63

THERMAL POWER PLANTS

MIRCEA CÂRDU: Special constructive solutions applicable in the manufacture of steam turbines 64—71

HYDROELECTRIC POWER PLANTS

DUMITRU SPIRIDON: Main ways for increasing the capacity of using the Romanian hydropower potentiality 72—75

HEAT SIPPLY

CONSTANTIN NEAGA: Economical calculation on the desing and check of thermal insulation 76—83

VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU: Modelling the stady-state operating unrated regimes of facilities for the heat supply as hot water within CHP (Combined Heat and Power station) 84—90

EVENTS

CĂLIN MIHĂILEANU: Energy efficiency and economic transition in the Central and Eastern Europe countries 90—92

VLADIMIR CONSTANTINESCU, CĂLIN TEODORESCU, ROMULUS HELJIU, GABRIEL ROMAȘCU: The thermal power stations rehabilitation by taking into consideration the environmental protection 93—95

REVIEW

GEORGE CHERCEA: Basu, P. and Fraser, S. A. Circulating Fluidized Bed Boilers. Design and Operation 71, 97—98

SOMMAIRE

EDITORIAL 51

ORIENTATION DES POLITIQUES ÉNERGÉTIQUE

KLAUS BRENDOW: Les problèmes de l'Est et de l'Quest de l'Europe sur un développement durable — évaluation durable 52—63

CENTRALES THERMIQUES

MIRCEA CÂRDU: Solutions constructives spéciales applicables dans la fabrication des turbines à vapeur 64—71

CENTRALES HYDRAULIQUES

DUMITRU SPIRIDON: Les voies prioritaires pour accroître le degré d'utilisation du potentiel hydroénérgétique de Roumanie 72—75

CHAUFFAGE URBAIN ET INDUSTRIEL

CONSTANTIN NEAGA: Le calcul économique concernant la conception et le contrôle de l'isolement thermique 76—83

VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU: La modélisation des régimes des fonctionnement ,,non nominaux stabilisés'' des installations pour livrer la chaleur sous forme d'eau chaude des centrales à cogénération 84—90

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

CĂLIN MIHĂILEANU: L'efficacité énergétique et la transition économique dans les pays de l'Europe Centrale et Orientale 90—92

VLADIMIR CONSTANTINESCU, CĂLIN TEODORESCU, ROMULUS HELJIU, GABRIEL ROMAȘCU: La réhabilitation des centrales thermiques par rapport a l'environnement 93—95

COMPTE-RENDU

GEORGE CHERCEA: Basu, P. et Fraser, S. A. — Circulating Fluidized Bed Boilers. Design and Operations (Chaudières a lit fluidisé circulant. Conception et exploitation) 71, 97—98

MŰSZAKI KÖNYVTÁR KÖZPONTI 1983

S. C. — A.E.M. — S. A.
Ca'ea Buziașului nr. 26
1900 Timișoara

telefon: 056—16.45.07/173, 149
telex: 71343
fax: 056—19.09.28

Oferă la prețuri avantajoase:

— contoare electrice monofazate;
— contoare electrice trifazate;
— contoare electrice trifazate cu generator de impulsuri;
— contoare electrice trifazate cu indicator de maxim;
— sistem de calcul al erorii contoarelor ERRORREX;
— aparate de măsură analogice pentru curent continuu și alternativ;
— traductoare și regulatoare electronice;
— multimetre analogice;
— aparate și dispozitive pentru autovehicule;
— contoare de apă rece și caldă pentru apartamente, de 1,5 m^3/h;
— contoare de apă rece și caldă pentru imobile, de la 1,5 m^3/h la 15 m^3/h
— contoare industriale, tip Woltmann, pentru apă rece, apă caldă și apă fierbinte, cu D_n de la 50 la 150 mm.

Filiala

ENERGOREPARAŢII

BUCUREŞTI - România, B-dul Energeticienilor 13-15, sect. 3, cod 74568;
tel: 322.50.64; telex: 10635; fax: 321.56.90, 322.18.80
UPSSRAE **BRAŞOV** – str. Zizinului, nr. 23; fax: 092 18.66.94; tel: 092 13.46.23
UPSSAE **CÂMPINA** – str. Ecaterina Teodoroiu, nr. 13; fax: 097 333.853; tel: 097 33.41.52
UPSSAE **ROVINARI** – str. Energeticienilor, nr. 1; jud. Gorj; cod poştal 1442; tel: 092 14.215

EXECUTĂ:

- PIESE DE SCHIMB, SUBANSAMBLURI DE SCHIMB ŞI RECONDIŢIONĂRI pentru:
- turbine cu abur, turbine hidraulice, maşini şi instalaţii auxiliare;
- cazane de abur şi instalaţiile auxiliare: pentru vehicularea apei, aerului, gazelor, combustibililor, zgurei şi cenuşei;

- MACARALE, MECANISME DE RIDICAT, DISPOZITIVE PENTRU MECANIZARE ŞI SCULE SPECIALE PENTRU REPARAREA INSTALAŢIILOR ENERGETICE;

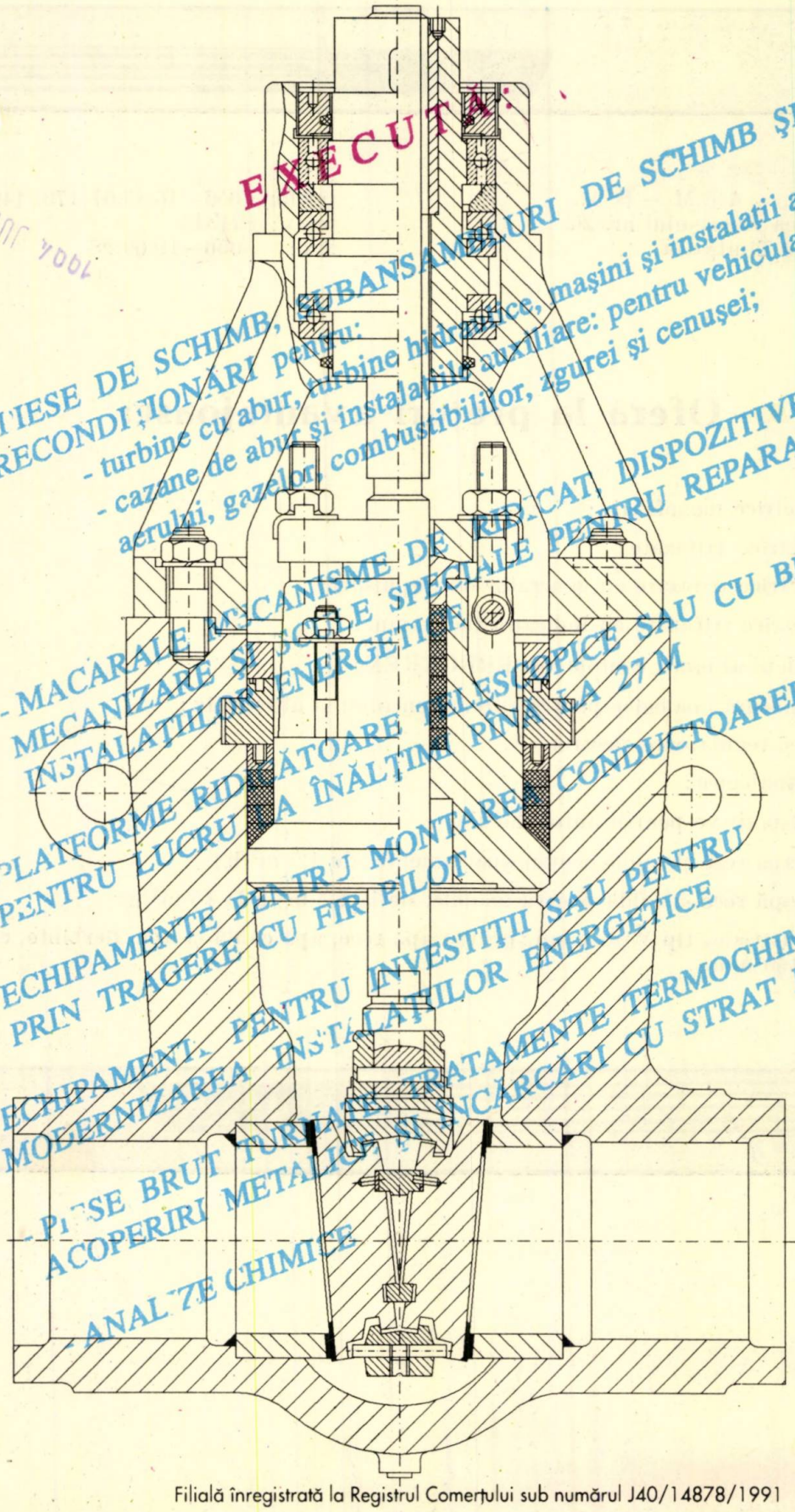
- PLATFORME RIDICĂTOARE TELESCOPICE SAU CU BRAŢE PENTRU LUCRU LA ÎNĂLŢIME PÎNĂ LA 27 M

- ECHIPAMENTE PENTRU MONTAREA CONDUCTOARELOR LEA PRIN TRAGERE CU FIR PILOT

- ECHIPAMENTE PENTRU INVESTIŢII SAU PENTRU MODERNIZAREA INSTALAŢIILOR ENERGETICE

- PIESE BRUT TURNATE, TRATAMENTE TERMOCHIMICE, ACOPERIRI METALICE ŞI ÎNCĂRCĂRI CU STRAT DUR

- ANALIZE CHIMICE



Filială înregistrată la Registrul Comerţului sub numărul J40/14878/1991

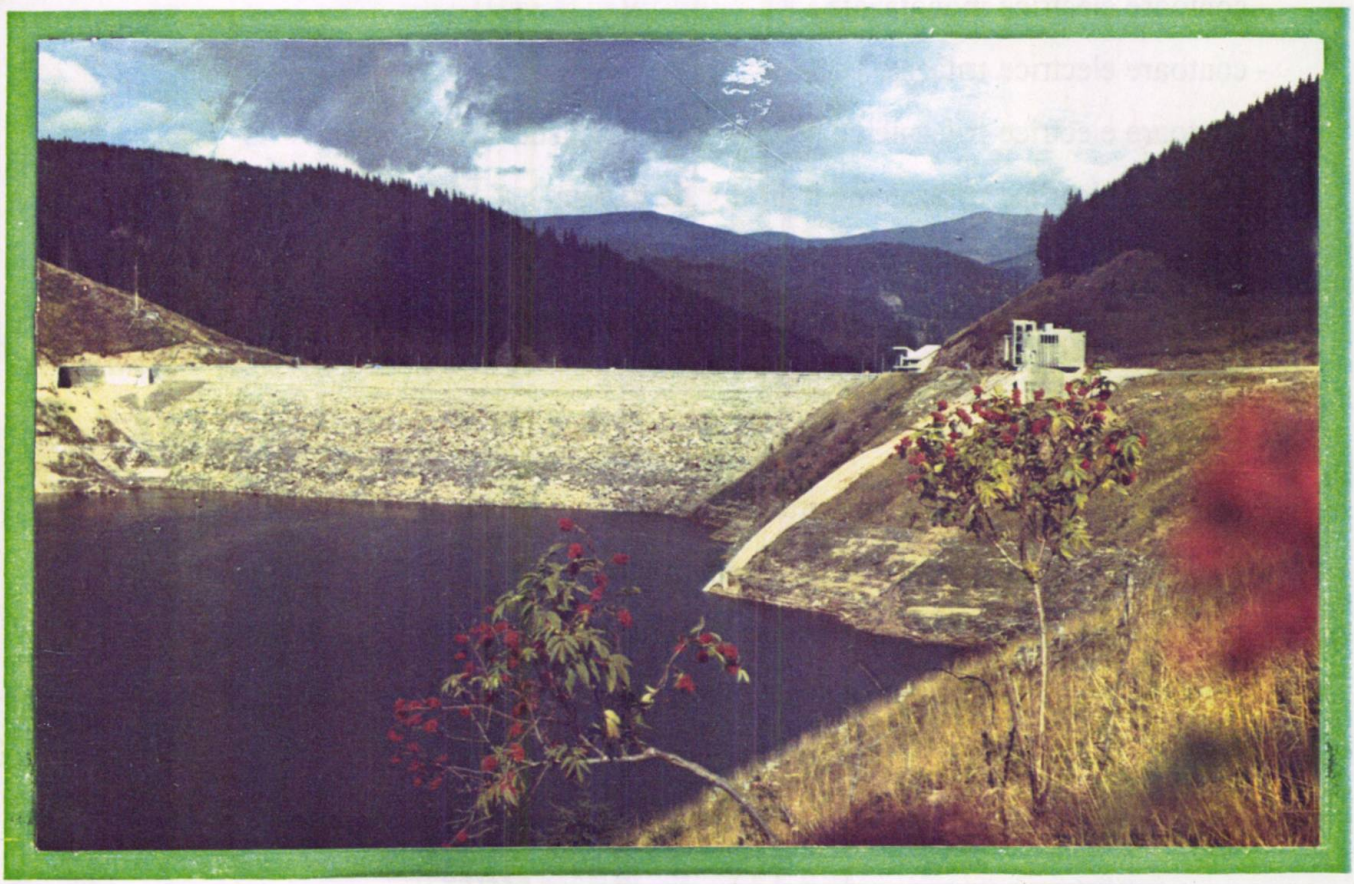
E2039

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

ANUL
42

energetica

seria A



3

mai - iunie 1994

S.C. - A.E.M. - S.A.
Calea Buziaşului nr.26
1900 Timişoara

tefon: 056 - 16.45.07/173;149
telex: 71343
fax: 056 - 19.09.28

Oferă la preţuri avantajoase:

- contoare electrice monofazate
- contoare electrice trifazate
- contoare electrice trifazate cu generator de impulsuri
- contoare electrice trifazate cu indicator de maxim
- sistem de calcul al erorii contoarelor ERRORREX
- aparate de măsură analogice pentru curent continuu şi alternativ
- traductoare şi regulatoare electronice
- multimetre analogice
- aparate şi dispozitive pentru autovehicule
- contoare de apă rece şi caldă pentru apartamente, de 1,5 m^3/h
- contoare de apă rece şi caldă pentru imobile, de la 1,5 m^3/h la 15 m^3/h
- contoare industriale, tip Woltmann, pentru apă rece, apă caldă şi apă fierbinte, cu D_n de la 50 la 150 mm

OMSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 42 | NR.3, SERIA A | MAI - IUNIE 1994

ISSN 1220 – 5133

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:
- **Diaru pentru vulgarizarea ştiinţeloru naturale şi fizice (1870 - 1882);**
- **Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);**
- **Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);**
- **Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);**
- **Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)**

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :
- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

EDITORIAL 103

ALIMENTAREA CU CĂLDURĂ
VICTOR ATHANASOVICI, ION SOTIR DUMITRESCU, CRISTIAN RĂDUCANU, ADRIAN CĂPRARU: Analiza pe baza randamentului energetic global a CET cu abur 104-112

CENTRALE TERMOELECTRICE
CONSTANTIN NEAGA : Optimizarea construcţiei generatoarelor de abur cu parametri nominali reduşi 113-116

IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU, FLORIANA STOIAN: Unele consideraţii privind construcţia şi funcţionarea cazanului ABA 2. 1. Denoxarea gazelor de ardere prin procedeul SNCR cu injecţie de amoniac 117-124

CHIMIA ÎN ENERGETICĂ
AURELIA BOLMA, MARIETA OPREA, VIRGIL BĂDESCU, MIHAI RADU, ELEONORA CERBU: Identificarea impurificatorilor organici din circuitul termic al generatoarelor de abur prin spectrometrie de masă şi cromatografie de gaze 125-128

ENERGETICA ÎN UNITĂŢI ECONOMICE
NICOLAE LEONĂCHESCU, EMANUEL DARIE : Consideraţii teoretice privind energetica proceselor de frînare 129-131

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE
GABRIEL ROMAŞCU, ION MARCU: Simpozionul "Tehnologii de utilizare a cărbunelui", Helsinchi, 10 - 13 mai 1993 132-134

MARIA ANGHEL, ELEONORA ATAMAN, GABRIEL ROMAŞCU : Conferinţa UNIPEDE "Producerea energiei în termocentrale şi mediul ambiant", Hamburg 1 - 3 septembrie 1993 135-137

DIN ENERGETICA MONDIALĂ 138

RECENZII
GEORGE CHERCEA: EFFENBERGER, H.Dampferzeuger-2. durchges. Auflage (Generatoare de abur, ediţia a 2-a revăzută) 139-141
EUGENIU PAVEL : Revista TERMOTEHNICA 141-142

DE PERSONIS 131, 145-146

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

BIROUL DE REDACŢIE : dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; dr. ing. Ioan GANEA; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG

MEMBRI: dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; dr. ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; dr. ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULESCU; dr. ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251
Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Tipar executat la ICEMENRG, Bucureşti

Editorial

Relaţiile care se stabilesc între furnizorul şi consumatorul de energie electrică au o serie de particularităţi, care le deosebesc mult de relaţiile strict comerciale existente între cumpărători şi vînzătorii de diferite mărfuri . Aceste particularităţi sînt dictate de specificul energiei. Astfel, din punct de vedere tehnic :

- electricitatea reprezintă o "marfă" care se consumă chiar în momentul producerii, fiind, deci, necesar în orice moment un echilibru perfect între producţie şi consum;

- există un mare grad de interdependenţă între regimurile de funcţionare ale instalaţiilor de producere şi ale celor de consum;

- un anumit consumator poate fi alimentat, de regulă, dintr-o anumită reţea de distribuţie, ceea ce duce la un aşa - numit "monopol natural" al furnizorului.

Din punct de vedere economic şi social , totalitatea agenţilor economici, instituţiilor publice şi cvasitotalitatea gospodăriilor sînt consumatori de electricitate care intră în relaţii cu furnizorul. Orice eveniment pe această piaţă are repercusiuni majore la nivel naţional.

Aceste lucruri conduc la o implicare relativ importantă a autorităţii între cei doi parteneri tradiţionali.

Nivelul şi formele de implicare variază destul de mult de la o ţară la alta şi de la o perioadă la alta. În particular, această implicare a atins forme extreme în deceniul trecut în România.

Statul dicta furnizorului cîtă energie electrică trebuie să producă şi din ce combustibili, cum trebuie să o livreze, în ce cantitate şi la ce preţuri. Tot statul dicta consumatorilor cîtă energie au voie să consume, cînd şi cum trebuie să o consume, ce produse (servicii) trebuie să realizeze cu energia consumată şi în ce perioadă.

În primele luni după decembrie 1988 cunoştinţele multor specialişti asupra relaţiilor furnizor-consumator erau mai degrabă intuitive, decît rodul unei documentări şi/sau experienţe sistematice. Toţi erau de acord că într-o primă perioadă vor trebui îmbinate elemente ale vechiului sistem cu cele ale economiei de piaţă.

Existau însă, diferenţe importante de detaliu, inclusiv asupra rolului autorităţii publice. Astfel, unii reprezentanţi ai furnizorului considerau că interesele acestuia sînt de nivel naţional, în timp ce interesele consumatorilor sînt locale . Autoritatea publică ar fi avut deci datoria să apere interesele naţionale.. Preţurile energiei ar fi trebuit însă stabilite conform legilor economiei de piaţă.

Consumatorii considerau că autoritatea publică are datoria de a asigura o energie ieftină, subvenţionată (ca în trecut), în timp ce intervenţiile sale privind cantitatea achiziţionată şi modul de utilizare trebuie eliminate.

În ultimii ani s-au produs multe clarificări în acest domeniu.

În particular se cunoaşte faptul că, chiar în ţări campioane ale economiei de piaţă (de exemplu SUA) preţul electricităţii nu se stabileşte în urma unor negocieri directe furnizor-consumator, ci de către o autoritate regulamentară, care ia în consideraţie interesele, argumentele celor două părţi. Aspectele economice şi tehnice care intervin în relaţiile dintre parteneri, obligaţiile şi drepturile fiecăruia sînt stabilite prin acte normative. Existenţa acestora face posibilă eliminarea suspiciunilor, realizarea unui climat veritabil de parteneriat, eliminarea posibilităţilor ca furnizorul să uzeze de monopolul său natural în dauna consumatorilor.

În România elaborarea unui astfel de cadru legislativ este într-o fază incipientă. Reglementările care vor fi elaborate trebuie să ţină cont de specificul actualei perioade de tranziţie. Considerăm oportun ca cititorii revistei să-şi exprime opiniile în această problemă; paginile revistei le stau la dispoziţie.

ing. VASILE RUGINĂ
secretar de redacţie

Analiza pe baza randamentului energetic global a CET cu abur

Se prezintă efectele structurii producţiei de căldură şi energie electrică şi ale condiţiilor reale de funcţionare asupra randamentului energetic global al CET cu abur. Se face comparaţia cu CT, din punctul de vedere al randamentului global de producere şi livrare a căldurii.

The effects of the heat and the electric energy generation structure as well as of the real operating conditions upon the overall energy efficiency of the co-generation power stations (CET), are shown. A comparison with the thermal power station (CT) from the heat generation and supply overall efficiency point of view, is made.

Prof. dr. ing. VICTOR ATHANASOVICI; ş.l.ing. ION SOTIR DUMITRESCU; ş.l. dr. ing. CRISTIAN RĂDUCANU, ing. ADRIAN CĂPRARU*

Descriptori: termoficare, centrale electrice de termoficare, randament energetic

Introducere

Analiza energetică şi exergetică a ciclului Rankine de termoficare a făcut obiectul multor lucrări de referinţă în acest domeniu [1 - 4] . Ele s-au bazat însă pe valorile „nominale" de proiectare şi nu au urmărit evidenţierea influenţelor valorilor realizate în practica funcţionării şi nici sensibilitatea randamentului global la variaţiile diverselor randamente ale subansamblurilor componente ale unei CET.

Faţă de acestea, în articol se evidenţiază aspectele energetice ale CET cu abur, printr-o paralelă făcută între condiţiile avute în vedere la proiectare, faţă de cele existente în practica funcţionării curente.

Lucrarea urmăreşte "fotografierea", din punct de vedere energetic, a CET utilizate în prezent în ţara noastră. Aceasta se face ţinînd seama de ansamblul CET, în condiţiile specifice termoficării urbane.

Analiza făcîndu-se numai pe baza randamentului energetic,concluziile astfel rezultate permit doar o apreciere globală a eficienţei soluţiei, fără a putea evidenţia implicaţiile de natură termodinamică (calitative). Ea permite, totuşi, următoarele tipuri de constatări importante privind eficienţa de ansamblu a soluţiei de termoficare:

- valorile reale ale randamentelor energetice pentru livrarea căldurii, la care se poate ajunge în funcţionarea reală, faţă de cele considerate în condiţiile de proiectare;
- sensibilitatea randamentului energetic global de livrare a căldurii, pentru diversele valori posibile ale randamentelor diverselor subansambluri componente ale CET;
- comparaţia randamentului energetic global real al livrării căldurii din CET cu abur, faţă de CT.

Valorile diverselor mărimi utilizate în cadrul lucrării corespund, pe de o parte, celor considerate în calculele teoretice de principiu ale soluţiei de termoficare şi, pe de altă parte, celor uzual întîlnite în "condiţiile reale de funcţionare normală".

1. CET ca "sistem energetic"

O CET cu abur poate fi considerată formată dintr-o serie de subansambluri principale (fig.1). Analiza independentă a fiecărui subansamblu evidenţiază aspecte specifice desfăşurării proceselor ce au loc în conturul respectiv. Ca urmare, unele fluxuri energetice evidenţiate la nivelul unor subansambluri în categoria pierderilor, pentru ansamblul CET pot face parte din categoria aşa-numitelor "fluxuri de circulaţie". Deci, pentru

* Facultatea de Energetică - Universitatea Politehnică Bucureşti

ansamblul CET ele nu mai intră în categoria pierderilor.

De aceea, în cazul de faţă analiza s-a făcut la nivelul fiecărui subansamblu în parte. El a fost considerat ca o "cutie neagră" din punctul de vedere al tipurilor şi calităţii desfăşurării proceselor din interiorul său.

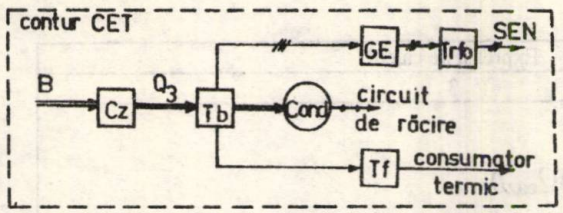


Fig.1. Structura de principiu a unei CET cu abur: B - combustibil; Q_3 - flux termic intrat în turbină, Cz - cazan de abur; Tb - turbină ; Cond - condensator de turbină; GE - generator electric ; Trfo - transformator electric; Tf - instalaţie de termoficare pentru livrarea căldurii; == combustibil ; ▬ abur; —·—·apă de răcire; ┼┼┼ energie electrică; —— agent termic.

2. Analiza energetică a CET

Pe baza proceselor de conversie şi transport ale diverselor fluxuri energetice şi a legăturilor serie şi/sau paralel dintre ele, figura 2 prezintă diagrama Sankey corespunzătoare unei CET cu abur. Ea evidenţiază trei categorii de mărimi:

a) fluxurile utile, livrate sub formă de energie electrică (P_e) şi respectiv termică (Q_t) ;

b) fluxurile consumurilor proprii de energie ale CET. În final o parte din acestea se regăsesc în categoria pierderilor în mediul ambiant;

c) fluxurile pierderilor directe, rezultate din etapele intermediare de conversie, sau din circulaţia între diversele etape ale conversiei.

Conform notaţiilor din figura 2, pierderile de energie ale unei CET sînt: ale cazanului de abur (ΔQ_{caz}) , inclusiv cele datorate purjării şi suflării cu abur a suprafeţelor de schimb de căldură ; ΔQ_{ca} - căldura pierdută prin pereţii echipamentelor termomecanice ale CET, considerată concentrată pe conductele de legătură cazan-turbină; ΔQ_{con} - căldură pierdută la condensatorul turbinei; ΔP_{mg} - pierderile de energie mecanică ale grupului turbină-generator electric şi cele de energie electrică ale generatorului electric; ΔP_{cabl} - pierderile de energie electrică în cablurile de legătură dintre generator şi transformator; ΔP_{tra} - pierderile de energie în transformatorul electric.

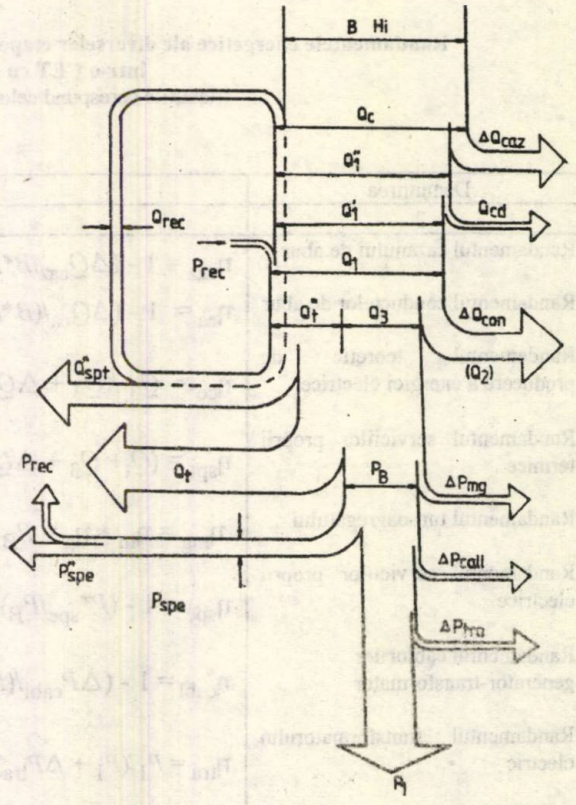


Fig.2. Diagrama fluxurilor de energie pentru o CET cu abur.

Consumurile proprii tehnologice ale CET se împart în două categorii: Q_{spt} - sub formă de energie termică şi P_{spe} - sub formă de energie electrică. Ele sînt comune celor două forme de energie livrate. O parte din acestea (Q_{rec} şi respectiv P_{rec}) reprezintă fluxuri "de circulaţie" recuperate. Astfel, Q_{rec} reprezintă căldura fizică a aerului de ardere şi a combustibilului, care intră în limita conturului agregatului de cazan. Ea provine din aburul prelevat la prizele turbinei şi utilizat în caloriferul de aer, la preîncălzirea păcurii şi la dezgheţarea vagoanelor (acolo unde este cazul). P_{rec} reprezintă energia recuperată sub formă de căldură preluată de agentul de lucru în pompele de circulaţie (pompele de alimentare, de condensat principal şi secundar). Avîndu-se în vedere că valoarea sa în totalul puterii

consumate (P_{spe}) este sub 1 %, deci mai puțin de 0,1 % din energia intrată în conturul de bilanț, pentru analiza la nivelul ansamblului CET acest flux poate fi neglijat (deci $P^*_{spe} = P_{spe}$).

Ca urmare, tabelul 1 prezintă relațiile de definiție ale randamentelor energetice de conversie și transport din cadrul unei CET cu abur.

Tabelul 1

Randamentele energetice ale diverselor etape de conversie energetică care au loc într-o CET cu abur
(notațiile corespund celor din figura 2)

Nr	Denumirea	Expresia de calcul
1	2	3
1	Randamentul cazanului de abur	$\eta_{caz} = 1 - (\Delta Q_{caz}/B^*H_i))$
2	Randamentul conductelor de abur	$\eta_{ca} = 1 - (\Delta Q_{ca}/(B^*H_i - \Delta Q_{caz}))$
3	Randamentul teoretic de producere a energiei electrice	$\eta_{ce} = Q_3/(Q_3 + \Delta Q_{con})$
4	Randamentul serviciilor proprii termice	$\eta_{spt} = (Q_t + Q_3 + \Delta Q_{con})/(Q_t + Q_3 + \Delta Q_{con} + Q_{spt})$
5	Randamentul turboagregatului	$\eta_{mg} = \eta_m * \eta_g = P_B/Q_3$
6	Randamentul serviciilor proprii electrice	$\eta_{spe} = 1 - (P^*_{spe}/P_B)$
7	Randamentul cablurilor generator-transformator	$\eta_{cabl} = 1 - (\Delta P_{cabl}/(P_B - P_{spe}))$
8	Randamentul transformatorului electric	$\eta_{tra} = P_1/(P_1 + \Delta P_{tra})$
9	Randamentul global al producerii energiei electrice	$\eta_{ge} = \eta_{caz} * \eta_{ca} * \eta_{ce} * \eta_{spt} * \eta_{spe} * \eta_{cabl} * \eta_{tra}$
10	Randamentul global al producerii energiei termice	$\eta_{gt} = \eta_{caz} * \eta_{ca} * \eta_{spt}$
11	Ponderea energiei electrice în fluxul total de energie utilă	$r_e = Q_3/(Q_3 + Q_t)$
12	Ponderea energiei termice în fluxul total de energie utilă	$r_t = Q_t/(Q_3 + Q_t)$
13	Ponderea energiei electrice în fluxul de energie intrată în turbină	$r^*_e = \left(Q_3 + \Delta Q_{con}\right)/Q_3 + Q_t + \Delta Q_{con} = \dfrac{1 + \left(1 - \dfrac{y_t}{\eta_{mg}} * \dfrac{r_t}{r_e}\right) * \left(\dfrac{1}{\eta_c} - 1\right)}{\dfrac{r_t}{r_e} + 1 + \left(1 - \dfrac{y_t}{\eta_{mg}} * \dfrac{r_t}{r_e}\right) * \left(\dfrac{1}{\eta_c} - 1\right)}$

Tabelul 1 (continuare)

1	2	3
14	Ponderea energiei termice în fluxul de energie intrată în turbină	$r_t^* = Q_t / \left(Q_3 + Q_t + \Delta Q_{con}\right) = \dfrac{\dfrac{r_t}{r_e}}{\dfrac{r_t}{r_e} + 1 + \left(1 - \dfrac{y_t}{\eta_{mg}} * \dfrac{r_t}{r_e}\right) * \left(\dfrac{1}{\eta_c} - 1\right)}$
15	Legătura între r_e şi r_t	$r_e + r_t = 1$
16	Legătura între r_e^* şi r_t^*	$r_e^* + r_t^* = 1$
17	Cota parte din energia consumată sub formă de combustibil pentru energia electrică livrată	$P_1 / \left(B * H_i\right) = \eta_{caz} * \eta_{ca} * \eta_{ce} * \eta_{spt} * r_e * \eta_{mg} * \eta_{spe} * \eta_{cabl} * \eta_{tra}$
18	Cota parte din energia consumată sub formă de combustibil pentru energia termică livrată	$Q_t / \left(B * H_i\right) = \eta_{caz} * \eta_{ca} * \eta_{spt} * r_t^*$
19	Randamentul global al CET	$\eta_{CET} = \left(P_1 + Q_t\right) / \left(B H_i\right) = \eta_{gt} * r_t^* + \eta_{ge} * r_e^*$

S-a notat cu : B consumul de combustibil al CET; H_i - puterea calorică inferioară a combustibilului; y_t - indicele de termoficare; η_c - randamentul teoretic al ciclului cu condensaţie pură; Q_3 - fluxul de energie conţinut de aburul intrat în turbină.

Din relaţia 19 a acestuia se constată că, pentru aceleaşi randamente globale ale producerii celor două forme de energie (η_{ge} şi η_{gt}), randamentul global (η_{CET}) depinde de r_e^* şi r_t^* adică de ponderea producţiei de energie electrică şi termică în producţia totală de energie a CET.

Expresiile pentru r_e^* şi r_t^* din tabelul 1 au rezultat considerînd că fluxul de căldură Q_3 are două componente: Q_{3t} aferent producerii puterii electrice în regim de termoficare (pe seama căldurii Q_t livrată) şi Q_{3c} aferent producerii puterii electrice în regim de condensaţie. Ele se pot defini:

$$Q_{3t} = (y_t * Q_t) / \eta_{mg} \qquad (20a)$$

şi

$$Q_{3c} = Q_3 - (y_t * Q_t) / \eta_{mg} \qquad (20b)$$

În aceste condiţii, pierderile de energie în condensator sînt date de:

$$Q_{COM} = Q_{3c} * ((1 / \eta_c) - 1) =$$

$$= Q_3 * (1 - (y_t * Q_t) / \eta_{mg} * Q_3) * ((1/\eta_c) - 1), \qquad (21)$$

în care η_c este randamentul energetic teoretic al ciclului cu condensaţie pură.

Înlocuind acestea în expresia randamentului teoretic η_{ce} al producerii energiei electrice şi cele ale lui r_e şi r_t din tabelul 1, ţinînd seama totodată că:

$$Q_t / Q_3 = r_e / r_t, \qquad (22)$$

rezultă:

$$\eta_{ce} = \eta_c / (1 - (y_t * r_t / \eta_{mg}) * r_e) * (1 - \eta_c)) \qquad (23)$$

precum şi expresiile lui r_e^* şi r_t^* din tabelul 1.

Plecîndu-se de la expresiile (1 - 19) se pot stabili, în diverse ipoteze, performanţele energetice ale subansamblurilor CET şi ale ansamblului . Astfel, în condiţiile de proiect, optime din punctul de vedere al ansamblului CET, se poate vorbi de

pierderi energetice minime, respectiv de randamente maxime.

Față de acestea, în funcționare are loc înrăutățirea energetică a ansamblului, datorită următoarelor cauze principale:

- modificarea naturii, calității și a structurii combustibilului disponibil, față de cel avut în vedere la proiectare;
- modificarea caracteristicilor tehnice ale echipamentelor, comparativ cu cele considerate în condiții de proiect;
- condițiile reale de exploatare diferite de cele avute în vedere inițial;
- modificări ale mărimii, structurii și parametrilor de livrare a căldurii, față de valorile considerate în fază de proiect;
- regimuri de încărcare electrică impuse de SEN, diferite de cele avute în vedere în faza de concepție și proiectare a CET.

Ca urmare, în funcționarea curentă termenii bilanțului energetic al CET pot diferi mult față de condițiile avute în vedere în faza de concepție și proiectare. În acest context se poate vorbi de "un domeniu" al valorilor pierderilor energetice și ale randamentelor corespunzătoare. El poate fi caracterizat prin valorile extreme, minime și maxime, și prin valoarea medie, așa cum se va vedea în continuare.

Este de subliniat că simultaneitatea tuturor valorilor maxime și respectiv minime nu poate fi luată în considerare în condițiile reale de funcționare. Ele pot fi considerate simultane numai pentru a evidenția "limitele posibile teoretic" de variație a randamentelor globale. În cadrul acestor limite, valorile cele mai probabile sînt cele medii. Ele reprezintă practic mediile integrate pe o perioadă caracteristică de funcționare , care poate fi un an sau intervalul între două reparații capitale.

Avînd la bază aceste ipoteze, tabelul 2 prezintă estimările pierderilor directe de energie și ale consumurilor proprii ale CET, exprimate raportat la energia intrată cu combustibilul. Pe baza lor sînt prezentate valorile corespunzătoare ale diverselor randamente, calculate cu relațiile din tabelul 1.

Din analiza tabelului 2 rezultă că, în orice ipoteză a valorilor considerate pentru diversele pierderi energetice, randamentul global al producerii energiei electrice (η_{ge}) este net inferior celui aferent producerii energiei termice (η_{gt}). Diferența relativă între ele se amplifică pe măsură ce scad valorile randamentelor subansamblurilor componente.

Tabelul 2

Valorile relative [%] ale pierderilor energetice și ale randamentelor corespunzătoare , pentru o CET cu abur

Pierderea de energie *	Valoarea pierderii :			Randamentul energetic *	Valoarea randamentului		
	maximă	medie	minimă		maximă	medie	minimă
ΔQ_{caz}	25	16	8	η_{caz}	92,0	84,0	75,0
ΔQ_{ca}	1	0,5	0,2	η_{ca}	99,8	99,5	99,0
ΔQ_{con}	50	8	0**	η_{cc}	100**	90,0	45,0
Q^*_{spt}	12	7	4	η_{spt}	96,0	90,0	81,0
ΔP_{mg}	2	1,5	1,0	η_{mg}	99,0	97,5	95,0
p^*_{spe}	7	5	3	η_{spe}	92,0	85,0	78,0
ΔP_{cabl}	0,5	0,3	1	η_{cabl}	99,9	99,9	99,0
ΔP_{tra}	1,5	1,0	0,5	η_{tra}	99,0	98,0	98,0
-				η_{ge}	79,5	55,0	19,4
-				η_{gt}	88,2	75,2	60,1

* notațiile corespund celor din diagrama de fluxuri din figura 2

** pentru cazul turbinelor cu contrapresiune

Din relația (19) a randamentului global al CET (η_{CET}), rezultă că valoarea sa maximă corespunde lui $r_e^* = 0$, ceea ce echivalează cu funcționarea CET în regim de CT, adică numai pentru livrarea de căldură.

În condițiile curente de funcționare a CET, raportul r_e^* / r_t^* ia valori între 0,05 și 1. Ținîndu-se seama de acest interval al structurii fluxului de energie intrată în turbină, ca și de valorile randamentelor globale η_{ge} și η_{gt} din tabelul 2 rezultă valorile randamentului global al CET (η_{CET}) prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Valorile randamentului global al unei CET cu abur, în funcție de r_e^* și r_t^*

$\frac{r_e^*}{r_t^*} = \bar{r}^*$	r_e^*	r_t^*	η_{CET} [%]		
			maxim	mediu	minim
0,2	0,17	0,83	86,7	71,8	53,2
0,6	0,375	0,625	84,9	67,6	44,8
1,0	0,5	0,5	83,8	65,1	39,7

Analiza acestui tabel arată că randamentul global al CET este puternic influențat de structura producției de energie ($r^* = r_e^* / r_t^*$). Valoarea sa medie scade de la 71,8 la 65,1 %, odată cu creșterea raportului r^* de la 0,2 la 1,0.

În ipoteza, teoretică, a simultaneității valorilor maxime și respectiv minime ale randamentelor energetice parțiale, randamentul global maxim al CET ar avea valori cuprinse între 83,8 și 86,7 %, iar cele minime între 39,7 și 53,2 %. Ca urmare, intervalul maxim posibil de variație a sa ar putea fi:

$$\eta_{CET} = 39,7 \ldots 86,7\ \%.$$

3. Sensibilitatea randamentului global al CET

Tabelul 3 evidențiază sensibilitatea randamentului energetic global al CET la variația raportului $\bar{r}^*$, ce caracterizează structura producției de energie electrică și termică a CET. Astfel, se constată că această influență se amplifică odată cu scăderea randamentelor subansamblurilor CET: pentru $r^* = 0,2 \ldots 1,0$:

$\eta_{CET}^{min} = 53,2 \ldots 39,7\% \left(\Delta\eta_{CET}^{min} = 34\%\right)$,

$\eta_{CET}^{med} = 71,8 \ldots 65,1\ \% \left(\Delta\eta_{CET}^{med} = 10,3\%\right)$, iar

$\eta_{CET}^{max} = 86,7 \ldots 83,8\ \% \left(\Delta\eta_{CET}^{max} = 3,5\%\right)$

Este de subliniat că aceste constatări sînt valabile pentru cazul cel mai general, al unei CET echipată cu turbine cu condensație și prize reglabile funcționînd în "regim electric", în această situație puterea electrică produsă fiind mai mare decît aceea rezultată pe seama livrării căldurii. Pe măsură ce scade ponderea producției de energie electrică în condensație ($\Delta Q_{con\ scad}$) valorile randamentului η_{CET} se apropie de cele maxime.

Din toate acestea rezultă că analiza energetică este totuși sensibilă la valoarea structurii producției de energie din CET, între căldură și energia electrică. Se poate spune deci că randamentul energetic global al unei CET este puternic influențat de "realitatea" structurii relative a producției de energie. În ce privește însă cuantificarea exactă a acestei influențe, ea presupune cunoașterea exactă a raportului $\bar{r}^*$. Oricum, ea permite evidențierea numai a eficienței globale a utilizării combustibilului pentru producerea simultană a celor două forme de energie.

O analiză a sensibilității randamentului global (η_{CET}) față de toți factorii care intervin în calculul său, este prezentată în tabelul 4. Ea are la bază abaterea medie pătratică calculată pe baza celor trei valori caracteristice (maximă, medie și minimă) ale fiecărui parametru din relația lui η_{CET}. S-a considerat pe rînd variabil cîte unul din acești parametri, în timp ce pentru ceilalți s-au avut în vedere valorile medii considerate simultane.

Din analiza tabelului 4 se constată următoarea ierarhizare, în ordine descrescătoare, a sensibilității randamentului energetic global:

1) influența modificării randamentului energetic al cazanelor (η_{caz}), față de care abaterea medie pătratică (a.m.p.) este:

$$\Delta\eta_{CET}\left(\eta_{caz}\right) = 6,6 \ldots 7,3\%;$$

2) urmează efectul modificării randamentului electric al producerii energiei electrice (η_{ce}), pentru care a.m.p. este:

$$\Delta\eta_{CET}(\eta_{ce}) = 3{,}1\,..\,8{,}9\%;$$

3) influența consumului de energie al serviciilor proprii termice (η_{spt}) pentru care a.m.p. este:

$$\Delta\eta_{CET}(\eta_{spt}) = 5{,}5\,..\,6{,}04);$$

4) efectul variației consumului de energie al serviciilor proprii electrice (η_{spe}), pentru care a.m.p. este:

$$\Delta\eta_{CET}(\eta_{spe}) = 2{,}3..\,3\%.$$

pot fi puse în exact aceleași condiții din toate punctele de vedere posibile. Astfel, în cazul comparației numai din punctul de vedere al randamentului livrării căldurii a soluției de termoficare, deci a unei CET cu o CT, pot apărea următoarele dificultăți în stabilirea elementelor de referință ce trebuie să fie comune variantelor comparate:

a) **soluția tehnică considerată** sub aspectul ciclului termodinamic utilizat. Din acest punct de vedere, în cazul de față s-a considerat pentru CET ciclul Rankine cu abur, avînd parametrii inițiali clasici - cu/fără supraîncălzire intermediară cu turbine cu abur cu condensație și prize reglabile, sau cu contrapresiune; CT s-au considerat echipate cu cazane de abur și/sau apă fierbinte;

Tabelul 4

Sensibilitatea randamentului energetic global al CET la randamentele subansamblurilor componente
(notațiile conform tabelului 1)

Randamentul energetic al subansamblului	Pentru		Valorile lui η_{CET} [%]			Abaterea medie pătratică a.m.p.[%]
	r_e^*	r_t^*	maxim	mediu	minim	
η_{caz}	0,17	0,83	78,6	71,8	64,1	7,26
	0,375	0,625	74,1	67,6	60,4	6,85
	0,5	0,5	71,3	65,1	58,1	6,59
η_{ca}	0,17	0,83	72,1	71,8	71,4	0,33
	0,375	0,625	67,9	67,6	67,3	0,30
	0,5	0,5	65,4	65,1	64,8	0,29
η_{ce}	0,17	0,83	72,9	71,8	67,1	3,09
	0,375	0,625	69,9	67,6	57,3	6,71
	0,5	0,5	68,2	65,1	51,4	8,94
η_{spt}	0,17	0,83	76,6	71,8	64,6	6,02
	0,375	0,625	72,1	67,6	60,9	5,67
	0,5	0,5	69,4	65,1	58,6	5,46
η_{mg}	0,17	0,83	71,9	71,8	71,5	0,20
	0,375	0,625	67,9	67,6	67,1	0,42
	0,5	0,5	65,5	65,1	64,4	0,57
η_{spe}	0,17	0,83	76,5	71,8	71,0	3,00
	0,375	0,625	69,3	67,6	65,9	2,69
	0,5	0,5	67,4	65,1	62,8	2,26
η_{cabl}	0,17	0,83	71,8	71,8	71,7	0,04
	0,375	0,625	67,8	67,6	67,5	0,09
	0,5	0,5	65,2	65,1	65,0	0,13
η_{tra}	0,17	0,83	71,8	71,8	71,7	0,04
	0,375	0,625	67,7	67,6	67,5	0,10
	0,5	0,5	65,2	65,1	65,0	0,14

4. Comparația energetică între CET și CT, privind livrarea căldurii

O comparație suferă în general de faptul că elementele sau soluțiile comparate nu sînt, sau nu

b) **nivelul tehnic** al echipamentelor instalate. În această privință pot apărea diferențe majore între diversele echipamente considerate, putînd astfel avantaja - din start - una din cele două soluții comparate. Pentru a evita asemenea situații, în cele

ce urmează comparația se va face în următoarele ipoteze:

- echipamentele considerate sînt cele utilizate în prezent în mod curent la noi în țară;

- starea tehnică - gradul de uzură fizică corespunde mediei existente pentru echipamentele folosite în prezent în țara noastră;

c) **calitatea exploatării și a întreținerii curente** a instalațiilor ce intră în competiție. Din acest punct de vedere s-a considerat o **"calitate normală"**, pentru condițiile țării noastre, a conducerii proceselor ce au loc și a întreținerii echipamentelor corespunzătoare, ținîndu-se seama de calitatea medie a personalului de exploatare și a operațiunilor de întreținere și reparații;

d) **elemente restrictive** de conjunctură, valabile pentru perioade diferite de timp, determinate de factori **"externi"** (combustibil disponibil etc.) sau de cei cu caracter **"local"** . Printre cei din urmă ar fi de evidențiat valorile consumurilor de căldură real solicitate față de cele avute în vedere la proiectarea instalațiilor, sau modul de încărcare electrică a turbinelor cu condensație și priză reglabilă din CET, dictată de DEN, față de condițiile avute în vedere la realizarea inițială, ori/și alte elemente restrictive legate de returnarea agentului termic, corelat cu capacitatea de tratare a apei de adaos etc.

În general, practica funcționării sistemelor de termoficare din țara noastră în ultimii circa 10 ani arată că ele au fost supuse la o multitudine de restricții mai mult sau mai puțin conjuncturale, dar din păcate de cele mai multe ori de durată ;

e) **gradul satisfacerii** condițiilor cantitativ-calitative impuse de consumatorii de căldură. Satisfacerea acestora în aceleași condiții de către CET și CT este foarte greu de considerat posibilă practic, deoarece ele sînt influențate nu numai de sursele de căldură, ci de tot ansamblul sistemului de alimentare cu căldură, deci inclusiv transportul și distribuția sa. Totuși, pentru cazul de față s-a presupus că sursa de căldură livrează căldură astfel încît, teoretic, să asigure aceleași condiții la consumatori.

Avîndu-se în vedere acești termeni de referință, comparația la nivelul livrării căldurii din CET sau CT s-a făcut astfel:

- s-au considerat randamentele medii $\left(\eta_{CET}^{md}, \eta_{CT}^{md}\right)$, ca fiind cele mai probabile, în condițiile "normale" expuse mai sus;

- pentru a cuprinde valorile cele mai probabile, influențate de simultaneitatea diverșilor factori perturbatori, de genul celor expuși mai sus, s-au considerat limitele "maxime" $\left(\eta_{CET}^{max}, \eta_{CT}^{max}\right)$ și "minime" $\left(\eta_{CET}^{min}, \eta_{CET}^{min}\right)$ normale, ce pot apărea în funcționarea reală.

Ca și în cazul CET, luarea în considerare a acestor limite are numai un caracter orientativ, în scopul determinării **plajei posibile teoretic** a valorilor respective.

În cazul CET s-au avut în vedere valorile randamentului global (η_{gt}) de livrare a căldurii (vezi tabelul 2): $\eta_{gt}^{max} = 88{,}2\%$; $\eta_{gt}^{med} = 75{,}2\%$ și $\eta_{gt}^{min} = 60{,}1\%$, iar în cazul CT au fost considerate: $\eta_{CT}^{max} = 90\%$; $\eta_{CT}^{med} = 80\%$ și $\eta_{CT}^{min} = 70\%$.

Ținîndu-se seama de aceste valori se poate spune că din punctul de vedere al producerii, cele două tipuri de surse de căldură sînt similare energetic, atît ca valori absolute ale randamentelor energetice, cît și ca limite posibile de variație a lor.

În ce privește valorile medii, randamentul global al producerii căldurii în CET $\left(\eta_{gt}^{med} = 75{,}2\%\right)$ este inferior celui aferent CT $\left(\eta_{CT}^{med} = 80\%\right)$. Aceasta se datorează faptului că în CET, randamentul global al livrării căldurii este afectat și de consumul serviciilor proprii termice (η_{spt}) , în care intră în principal consumul de energie electrică pentru vehicularea în sistemul de termoficare a agentului termic - apa fierbinte. În cazul CT, acest consum este mult redus, datorită distanțelor mult mai mici de transport.

Este de remarcat, de asemenea, că în cazul CT nu s-au avut în vedere acele cazane - existente încă în număr destul de mare - cu randamente foarte coborîte ($\eta_{caz} < 70\ \%$), care au fost considerate însă nesemnificative în vederea comparației cu CT.

Concluzii

Analiza energetică a unei CET în condițiile reale - normale - de funcționare și comparația sa cu CT, din punctul de vedere al livrării căldurii, permite în final următoarele concluzii:

1. În condițiile reale de funcționare normală randamentele energetice de producere a energiei (electrice și termice, în cazul CET și numai termice

în cazul CT) sînt mult diferite față de cele avute în vedere în fazele de concepție și proiectare. Astfel, pentru condițiile medii de funcționare, randamentul energetic global al unei CET se poate situa între 65,1 ... 71,8 %, iar cel al livrării căldurii este circa 75 %.

2. Între cele două forme de energie produse de CET, randamentele energetice globale de producere a căldurii sînt net superioare celor de producere a energiei electrice (η_{gt} = 60.....88% în timp ce η_{ge}= 45 ... 65 %).

3. Comparația pe baza randamentelor energetice de producere a căldurii, între CET și CT, evidențiază că practic ele sînt echivalente.

4. Analiza eficienței soluției de termoficare numai pe baza randamentului energetic global (η_{CET}) nu este edificatoare din punctul de vedere al interdependenței între producerea celor două forme de energie. Se poate spune că într-o astfel de analiză "beneficiară" este producerea energiei electrice, al cărui randament energetic de producere este mult mai mic decît cel al căldurii.

Pentru a corecta acest aspect se impune să se țină seama de structura producției celor două forme de energie în totalul energiei produse, ceea ce în lucrarea de față s-a făcut prin raportul r^*. El exprimă ponderea fiecărei forme de energie livrată de CET în energia internă dezvoltată prin arderea combustibilului. Acest raport $\left(\bar{r}^* = r_e^* / r_t^*\right)$ este de natură termodinamică. Pentru cunoașterea sa exactă se impune o abordare termodinamică a analizei, deci prin alți indicatori tehnici, cum ar fi indicele de termoficare sau, și mai complet, indicele de structură a producției de energie la CET.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dinculescu, C. ș.a. *Analiza termodinamică a schemelor centralelor electrice.* Editura Academiei , 1967.

[2] Stăncescu, I.D. *Bazele tehnice și economice ale termoficării*, Editura Tehnică, București, 1976.

[3] Moțoiu, C. *Centrale termo și hidroelectrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974.

[4] Athanasovici, V.ș.a. *Termoenergetică industrială și termoficare,* Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.

[5] Subin,E.P., Levin B.I. *Proektirovanie teplopadgotovitelnîh ustanovok TEȚ i kotelnîh,* Energhiia, Moscova, 1970.

[6] Rîjkin,V.Ia. *Teplovîe elektriceskie stanții*, Energoatomizdat, Moscova, 1987.

(Primit la 4 mai 1993, acceptat la 6 iulie 1993)

Informații

Primim de la CEPEX:

Domnul director Paul WEBSTER (Project Director) al CEPEX (Centrul European Power Exhibition 95) ne informează că se va organiza în Polonia, la Poznan, în perioada 25 - 27 aprilie 1995 prima expoziție internațională **pentru energie** care privește și interesează Europa Centrală (incluzînd: Belarusia, Bulgaria, Republica Cehă, Ungaria, Kazahstanul, Polonia, Rusia, Slovacia, România, Ucraina și Țările Baltice).

Scopul acestei expoziții este de a aduna agenții guvernamentale, fabricanți, consumatori din toată lumea, pentru a avea posibilitatea unor discuții și colaborări bi - și multilaterale.

Cu această ocazie:

- se vor face schimburi de informații și prezentări de tehnologii de ultimă oră;
- se vor stimula aranjamente comerciale de tot felul.

Organizatorii CEPEX sînt IIR International Exhibitions împreună cu revista "Modern Power System".

Domeniile reprezentate la expoziție sînt:

- producția, transportul și distribuția energiei electrice;
- conservarea energiei;
- problemele mediului înconjurător legate de producerea energiei. Expoziția este sprijinită de Ministerul Industriei din Polonia, Compania de Electricitate din Polonia și alte organizații energetice din țările din Europa Centrală.

Cei interesați pot cere detalii la următoarea adresă:

IIR International Exhibitions, CEPEX Sales Office 3 Selhurst Close, Harsell, Working Surrey, GU 21 4EX United Kingdom

Tel +44(0) 483 770705

Fax +44(0) 483 751602

Prin minimizarea funcției obiectiv (cheltuielile anuale de calcul) în raport cu variabila independentă admisă (viteza gazelor de ardere la curgerea lor prin țevile schimbătoarelor de căldură, temperatura gazelor de ardere evacuate etc.) se găsesc valorile acestora pentru care construcția în ansamblu a generatorului este optimă.

Relațiile deduse servesc, atît în proiectarea generatoarelor, cît și în exploatarea lor.

Optimizarea construcției generatoarelor de abur cu parametri nominali reduși

Prof. dr.ing. CONSTANTIN NEAGA *

By minimizing the objective function (annual calculation expenses) in comparison with the independent variable admitted (speed of the burned gases when they leak through the heat exchangers pipes, temperature of the burning gases when they are exhausted etc.) the values that make the general construction of the generator be optimum, are found. The formulas deduced are useful both in the design of generators and in their operation.

Descriptori: generatoare de abur , optimizări

Generatoarele de abur sau apă caldă cu parametri nominali reduşi (D_n = 1 ... 2,5 t/h; p_n~ 0,9 MPa; $t_n \sim t_s$) se folosesc mult în diverse ramuri ale economiei, fie pentru asigurarea agenților termici necesari desfășurării proceselor tehnologice din ramurile respective, fie pentru recuperarea căldurii fizice și chimice a produselor energetice secundare. În proiectarea lor este necesară cunoașterea rapoartelor optime între indicatorii constructivi și funcționali proprii acestor generatoare, rapoarte deduse pe baza criteriului cheltuielilor minime de calcul.

Cheltuielile anuale de calcul ale instalației de generator se determină cu relația [4]:

$$f = C_c B + C_e E + P_s F + P_v N, \text{ în lei/an,}$$

unde:

B este consumul anual de combustibil, t/an (m^3/an**);

C_c - costul combustibilului, lei/t (lei/m^3);

E - consumul anual de energie electrică al serviciilor interne kWh/an;

C_e - costul energiei electrice, lei/kWh;

P_s - cheltuielile cu referire la 1 m^2 suprafață de încălzire, inclusiv cheltuielile de montaj și izolare termică, lei/(m^2.an);

F - aria suprafeței de încălzire a generatorului m^2;

P_v - cheltuielile raportate la puterea de 1 kW a instalației de tiraj, lei/(kW.an);

N - puterea motorului electric al ventilatorului, kW.

Micșorarea temperaturii gazelor de ardere evacuate duce la scăderea consumului de combustibil și la creșterea suprafețelor de schimb ale generatorului; mărirea schimbătoarelor sporește consumul de metal și cheltuielile privind fabricarea și montajul lor. Dar micșorarea temperaturii de evacuare se poate asigura nu numai prin mărirea

* Facultatea de Inginerie Mecanică, Universitatea Politehnică București

** m^3 în condiții normale de presiune și temperatură

suprafețelor de schimb, ci şi prin mărirea vitezei de curgere a agentului cald, fenomen ce duce la intensificarea schimbului de căldură între cei doi agenți termici; mărirea vitezei duce la creşterea pierderilor de presiune şi în consecință la mărirea puterii instalațiilor de tiraj şi a consumului de energie cu serviciile interne.

Determinarea cheltuielilor anuale optime cu construcția şi exploatarea unor asemenea generatoare se face prin minimizarea ecuației (1) scrisă sub formă explicită în raport cu variabila independentă față de care se optimizează funcția.

Costul energiei electrice C_e depinde de numărul de ore din an în care generatorul funcționează cu sarcină maximă. De regulă, asemenea generatoare au durata de funcționare de 2000 - 4000 ore/an. Cheltuielile raportate la unitatea de suprafață de încălzire se calculează cu relația [4]:

$$P_s = (r_n + a_s)\, c_s, \quad \text{lei/(m}^2\text{.an)}, \qquad (2)$$

unde:

c_s este costul unui m^2 schimbător al generatorului, inclusiv cheltuielile de montaj şi izolare, lei/m^2;

r_n - cocficientul normat de eficiență al investiției, $r_n = 0{,}15$ ani;$^{-1}$

a_s - cota de amortizare şi reparații curente, a_s = $= 0{,}104$ ani^{-1}.

Cheltuielile raportate la puterea instalației de ventilatoare se determină cu relația [1]:

$$P_v = (r_n + a_v)\, c_v, \quad \text{lei/(kW.an)}, \qquad (3)$$

unde:

c_v este costul specific al ventilatoarelor, lei/kW;

a_v - cota de amortizare şi reparații curente ale instalației de tiraj, $a_V = 0{,}156$ ani $^{-1}$

Puterea ventilatorului de aer se poate exprima prin relația [3]:

$$N = \frac{\beta_1 \beta_2 \lambda'_p V^o_{aum}}{1000\eta_v} \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{D\left(i'' - i_{aa}\right)\left(0{,}5\Sigma\xi\rho_g w_g^2 + \Delta p_{arz}\right)}{Q_i^i - Q_{ch} - Q_{ex} - c_g V_g\left(\lambda_{ev}\right) t_{ev} + \lambda_{ev} I^o_{aum} + i_{co}}$$

kW, (4)

unde:

β_1, β_2 sînt coeficienți de rezervă pentru debit, respectiv, putere;

λ'_p - coeficientul de exces de aer la intrarea în generator;

V^o_{aum} - volumul teoretic de aer umed necesar arderii, $m^3/kg(m^3/m^3)$;

T - temperatura mediului ambiant, K;

D - debitul de abur, kg/s;

i" - entalpia aburului saturat uscat, kJ/kg (generatorul produce abur saturat);

i_{aa} - entalpia apei de alimentare, kJ/kg;

$\Sigma\xi$ - suma coeficienților de pierdere a presiunii la curgerea fluidului gazos;

ρ_g - densitatea gazelor de ardere, kg/m^3;

w_g - viteza gazelor prin schimbător, m/s;

Δp_{arz} - pierderea de presiune în arzător, Pa;

Q_i^i - puterea calorifică a combustibilului, $kJ/kg(kJ/m^3)$;

Q_{ch}, Q_{ex} - pierderea de căldură prin ardere chimică incompletă şi în exterior, $kJ/kg(kJ/m^3)$;

c_g - căldura specifică a gazelor de ardere, $kJ/(m^3.K)$;

$V_g\left(\lambda_{ev}\right)$ - volumul gazelor de ardere evacuate $m^3/kg(m^3/m^3)$;

t_{ev} - temperatura gazelor de ardere evacuate, ^oC;

λ_{ev} - coeficientul de exces de aer la evacuare;

I^o_{aum} - entalpia aerului umed teoretic la temperatura mediului ambiant, kJ/kg (kJ/m^3);

i_{co} - entalpia combustibilului la temperatura mediului ambiant, kJ/kg (kJ/m^3);

η_v - randamentul ventilatorului.

Din (4) se constată că puterea ventilatorului este funcție de două variabile, viteza gazelor w_g şi temperatura de evacuare t_{ev}.

Dacă se admite că pierderile Q_{ch} şi Q_{ex} sînt mărimi constante, atunci cheltuielile anuale cu combustibilul depind numai de temperatura gazelor evacuate [2]:

$$C_cB = \frac{m\tau C_c D\left(i''-i_{aa}\right)}{Q_i^i - Q_{ch} - Q_{ex} - c_g V_g t_{ev} + \lambda_{ev} I^o_{aum} + i_{co}}, \quad \text{lei/an, (5)}$$

unde:

τ este timpul de funcționare a generatorului, ore/an;

m =3,6 dacă se exprimă în kg/s (păcură) și

m = 3600 dacă consumul de combustibil se exprimă în m^3/s (gaze).

Formula de calcul al cheltuielilor anuale proprii suprafeței de încălzire, ținînd seama de montajul și izolarea termică a acesteia, este [2]:

$$P_sF = \frac{\varphi P_s\left(I_g' - c_g V_g t_{ev}\right) D\left(i'' - i_{aa}\right)}{Q_i^i - Q_{ch} - Q_{ex} - c_g V_g t_{ev} + \lambda_{ev} I^o_{aum} + i_{co}} \cdot$$

$$\cdot \frac{\ln\left[\left(t_g' - t_s\right)/\left(t_{ev} - t_s\right)\right]}{\omega\overline{\psi}\left(t_g' - t_{ev}\right)} \left[0{,}2\, C_s \frac{\lambda}{d}\left(\frac{w_g d}{\nu}\right)^{0{,}65} \mathrm{Pr}^{0{,}33} + \right.$$

$$\left. + 5{,}1 \cdot 10^{-11} a T^3 \frac{1-\left(T_d/\overline{T}\right)^{3{,}6}}{1-T_d/\overline{T}}\right]^{-1}, \text{lei/an}, \quad (6)$$

unde:

φ este coeficientul de conservare a căldurii;

I_g' - entalpia gazelor la intrarea în suprafața de convecție a generatorului ,kJ/kg (kJ/m^3);

t_g' - temperatura gazelor la intrarea în suprafață, °C;

t_s - temperatura de saturație a fluidului rece, °C;

ω - coeficient de utilizare a suprafeței;

$\overline{\psi}$ - coeficientul mediu de eficiență termică;

C_s - coeficient care ține seama de geometria schimbătorului de căldură;

λ - conductivitatea termică a gazelor de ardere,kW/(m.K);

d - diametrul interior al țevilor, m;

ν - vîscozitatea cinematică a gazelor de ardere, m^2/s;

Pr - criteriul Prandtl al gazelor de ardere;

a - gradul de negreală a gazelor de ardere,

T_d - temperatura peretelui ținînd cont de depuneri, K;

$\overline{T}$ temperatura medie a gazelor de ardere,

$\overline{T} = 0{,}5\left(t_g' + t_{ev}\right) \div 273$, K.

Termenul al doilea din membrul drept al funcției (1) - costul anual al energiei electrice consumată pentru nevoile proprii ale generatorului poate fi scris sub forma:

$$C_eE = C_e \tau N, \text{ lei/an}, \quad (7)$$

unde puterea N are expresia (4).

După înlocuirea expresiilor calculate în (1) se obține relația de calcul al cheltuielilor anuale privind construcția și funcționarea unui generator cu parametrii reduși sub forma:

$$f = f\left(w_g, t_{ev}\right), \quad (8)$$

ceea ce arată că cheltuielile sînt funcție de două variabile independente: viteza gazelor de ardere și temperatura de evacuare a acestora. Minimul funcției (8) se găsește cu ajutorul metodelor matematice cunoscute.

În figurile 1 și 2 sînt prezentate rezultatele calculului cheltuielilor pentru diferite valori ale

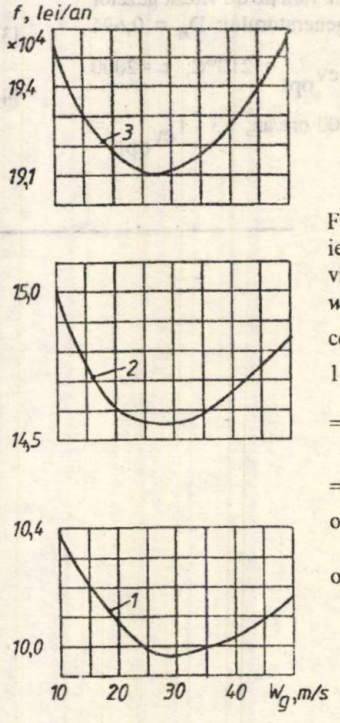


Fig 1. Dependența cheltuielilor anuale funcție de viteza gazelor de ardere w_g; D_n = 0,278 kg/s; combustibil gaz natural; 1-$t_{ev_{opt}}$ = 210°C; τ = =2000 ore/an; 2-$t_{ev_{opt}}$ = = 200; C° τ = 3000 ore/an; 3 - $t_{ev_{opt}}$ = 200 °C; τ = 4000 ore/an.

duratei de utilizare anuală a generatoarelor în condițiile funcționării acestora cu temperatura de evacuare a gazelor de ardere optimă (se găsește admițînd-o parametru variabil în funcția 8). Se

constată că la creşterea vitezei medii a gazelor de ardere în schimbătorul dc convecţie al generatorului cheltuielile anuale scad, devin minime, după care

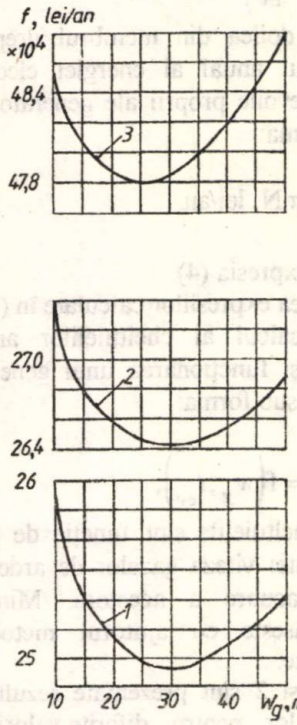


Fig.2 Dependenţa cheltuielilor anuale funcţie de viteza gazelor w_g în suprafaţa de convecţie a generatorului: D_n = 0,694 kg/s; combustibil-gaz natural; 1-$t_{ev_{opt}}$ = 210°C; τ =2000 ore/an; 2 -$t_{ev_{opt}}$ = 200°C; τ = 3000 ore/an; 3 - $t_{ev_{opt}}$ = 200°C; τ = 4000 ore/an.

încep să crească, deoarece cheltuielile cu energia consumată pentru tiraj devin predominante.

Cheltuielile minime cu fabricaţia şi exploatarea unor asemenea generatoare (cu parametri reduşi) se asigură la funcţionarea lor cu viteza gazelor de 30 m/s şi temperatura de evacuare de 210°C, în funcţie de combustibil şi sarcina generatorului.

Variaţia temperaturii gazelor evacuate cu ±(15...20) % din valoarea optimă duce la mărirea cheltuielilor anuale cu 2 ... 3 %, procent ce trebuie avut în vedere ţinînd seama de numărul mare al acestor generatoare existente în exploatare.

Metoda expusă serveşte, atît la proiectarea unor asemenea generatoare, cît şi în calculul de verificare a lor, atunci cînd se trece de la un combustibil (combustibilul dc proiect) la alt combustibil. De asemenea, formulele se pot adapta şi pentru calculul generatoarelor recuperatoare, deci fără consum propriu de combustibil.

BIBLIOGRAFIE

[1] R i h t e r , L.A. *Gazovozdušnîe traktî teplovîh elektrostaţii,* Moskva, Energoatomizat, 1984, 264 st.

[2] N e a g a , C., Epure,Al. *Calculul termic al generatoarelor de abur (Îndrumar),* Ed. Tehnică, Bucureşti, 1988, 316 pg.

[3] x x x *Aerodinamiceskii rasciot kotelnîh ustanovok (normativnîi metod),* Energhiia, Leningrad, 1977.

[4] A n d r i u ş c e n k o A.I.i. dr. *Optimizaţia teplovîh ţiklov i proţessov TES,* Moskva, Vîsşaia şcola, 1974.

(Primit la 31 mai 1993, acceptat la 2 iulie 1993)

În prima parte sînt prezentate caracteristicile constructive şi funcţionale ale cazanului ABA 2.1. Se scot în evidenţă construcţia simplă, transportul şi montajul uşor, exploatarea sigură şi economică a cazanelor din categoria agregatelor bloc abur.

Pentru ca aceste cazane să rămînă competitive şi în viitorul apropiat, se impune alinierea lor la condiţiile privind protecţia mediului înconjurător. Autorii apreciază că dintre procedeele de denoxare cunoscute pînă în prezent, cel mai potrivit este procedeul selectiv necatalitic (SNCR) cu injecţie de amoniac, care este prezentat pe baza rezultatelor obţinute la T.U.München, unde lucrează dr.ing. I. IONEL în calitate de bursier HUMBOLD.

On the first part are presented the constructive characteristics of ABA 2,.1,. steam boiler. There are emphasized the sample construction, easy transport and fitting, economic and safe operation of the steam boilers from the category of steam block equipments.

Due to the necesity so these steam boilers should remain competitives in the future it is necessary theirs alignement to the conditions regarding the environmental protection. The authors appreciates that from the known depollution proceedings, until now, the suitable is the selective non-catalythic proceding with ammonia injection, which is presented on the foundation of the results obtained at T.U. München, where Dr.Eng. I. IONEL is working as HUMBOLD scholar.

Unele consideraţii privind construcţia şi funcţionarea cazanului ABA 2.1. Denoxarea gazelor de ardere prin procedeul SNCR cu injecţie de amoniac

dr.ing. IOANA IONEL, dr.ing. CORNEL UNGUREANU, ing. FLORIANA STOIAN *

Descriptori: cazane, depoluare, gaze de ardere

1. Construcţia şi funcţionarea cazanului

Pentru producerea aburului tehnologic şi pentru încălzire un număr însemnat de unităţi industriale foloseşte cazane de tip "agregat bloc abur", denumite pe scurt ABA. Dintre acestea, cea mai mare răspîndire o au cazanele ABA de 2 t/h (0,55 kg/J). Din punct de vedere constructiv acesta este un cazan cilindric orizontal, cu un tub de flacără ondulat şi trei fascicule de ţevi de fum (fig.1). Toate îmbinările sînt executate prin sudură, cu excepţia ţevilor de fum, care sînt mandrinate în plăcile tubulare. Camera de întoarcere a gazelor, plasată la ieşirea gazelor de ardere din tubul de flacără, este realizată din pereţi membrană. Pentru reducerea pierderilor de căldură spre exterior cazanul este izolat cu un strat de vată minerală acoperit la suprafaţă cu un înveliş de tablă neagră, protejată prin decapare şi vopsire. Întregul ansamblu - cazan plus instalaţii anexe de alimentare cu apă şi combustibil, pupitru de comandă etc. - este montat pe o platformă, uşurîndu-se astfel foarte mult transportul şi instalarea.

* Universitatea Tehnică, Timişoara

Cazanul ABA de 2 t/h a fost conceput să funcționeze cu hidrocarburi. Ca urmare este înzestrat fie cu un arzător AMAG 1600 PC pentru gaze naturale, fie cu un arzător AMAP 1600 PC pentru păcură.

Principalele caracteristici funcționale și constructive ale cazanului ABA de 2 t/h sînt prezentate în tabelul 1.

Schema termotehnică, prezentată în figura 2, cuprinde alimentarea cu combustibil și cu apă a cazanului, precum și rețeaua de livrare a aburului.

Se remarcă transformarea supraîncălzitorului de abur în preîncălzitor de apă, intervenție făcută de mulți beneficiari în vederea creșterii siguranței în exploatare și simplificării manevrelor de punere în funcțiune, cînd pornirea trebuie făcută cu supraîncălzitorul umed.

În vederea punerii în funcțiune și exploatării cazanului în condiții de siguranță, acesta este înzestrat cu o serie de armături fine pentru reglare, alimentare, semnalizare și protecție, marcate simbolic pe figura 2. Pe lîngă armăturile fine

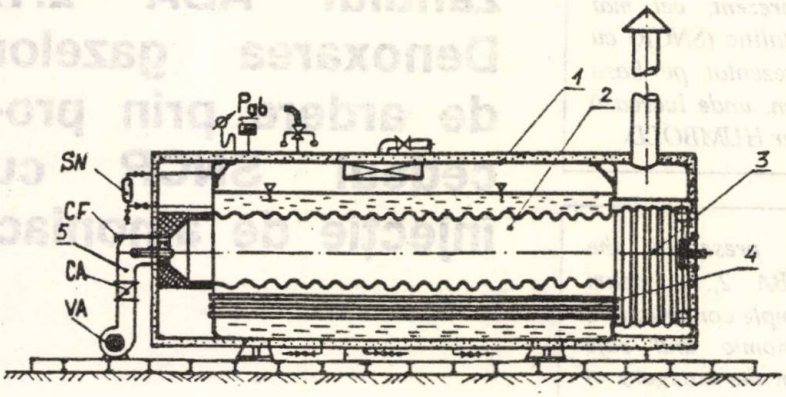


Fig.1. Schema cazanului ABA 2.1: 1- mantaua cilindrică; 2 - tubul de flacără; 3 - pereții membrană ai camerei de întoarcere; 4 - fasciculul inferior de țevi de fum; 5 - arzător; Pab - presostat abur; SN - sticlă de nivel; CF - celulă fotoelectrică; CA - clapetă reglare; VA - ventilator de aer.

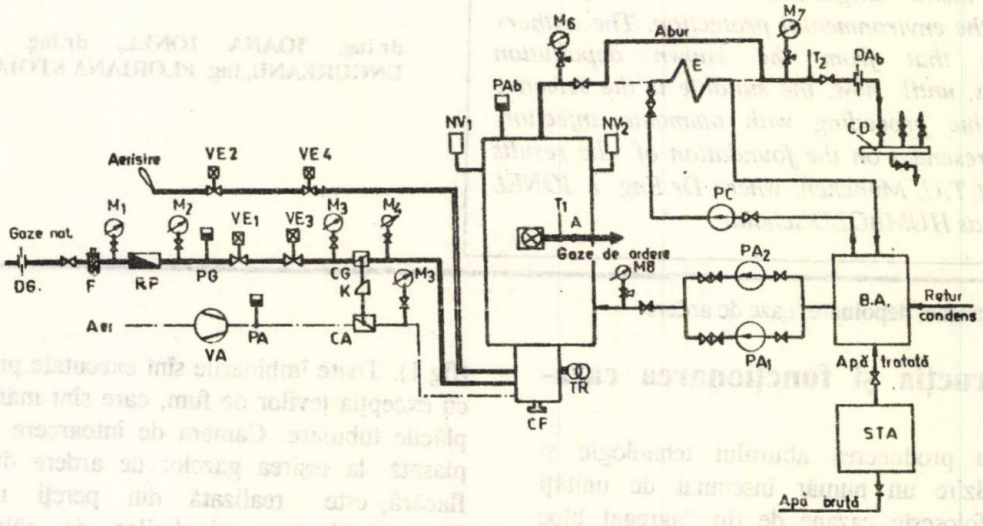


Fig.2 Schema termotehnică a cazanului ABA 2.1.: DG - diafragmă gaz; F - filtru; M_1... M_8 - manometru ; RP - regulator presiune; PG - presostat gaz; VE_1... VE_4 - ventil electromagnetic; CG - clapetă gaz; K - cămă; VA - ventilator aer; PA - presostat aer; CA - clapetă aer ; TR - transformator ; CF - celulă fotoelectrică; NV_1 - NV_2 - nivostat; PAb - presostat abur; E - preîncălzitor apă; T_1 ... T_2 - termometru ; A - priză analiză gaze; DAb - diafragmă abur; CD - colector distribuitor ; BA - bazin de alimentare; STA - stație tratare apă; PA_1, PA_2 - pompă alimentare; PC - pompă circulație; ⋈ - robinet de închidere; ⋈◁ - robinet de reținere cu ventil; ═══ - gaz natural; aer ; ═══ - gaze de ardere; ——— - abur; ——— - apă.

Tabelul 1

Principalele caracteristici funcţionale şi constructive ale cazanului ABA 2.1

Caracteristica	U.M.	Valoare
Debitul nominal	kg / s t / h	0,56 2
Presiunea nominală	MPa	0,8
Temperatura aburului	K (°C)	448 (175)
Temperatura apei de alimentare	K (°C)	343(40) ... 373(100)
Temperatura gazelor la coş g. n / păcură	K (°C)	503(230) 507(234)
Randamentul la debitul nominal g. n / păcură	%	90 88
Consum de combustibil la debitul nominal g. n / păcură	m^3 * / h kg / h	166 142
Suprafaţa vaporizatorului	m^2	64
Numărul şi lungimea ţevilor de fum	buc./mm	87/3660
Diametrul exterior şi grosimea ţevilor	mm/mm	51/3
Diametrul interior şi grosimea tubului de flacără	mm/mm	700 / 800 10
Diametrul exterior şi grosimea tamburului	mm/mm	2000/28
Gabarit	m	6,3 x 2,5 x 2,6
Consum specific de metal	kg / h kg abur	6,55
Suprafaţa specifică ocupată	m^2 h t abur	8,2

* m^3 în condiţii normale de temperatură şi presiune

clasice, o atenţie sporită s-a acordat prevederii armăturii necesare prevenirii şi înlăturării oricărei avarii, care ar putea provoca accidente de muncă în timpul funcţionării cazanului. Astfel s-au prevăzut următoarele aparate de protecţie:

- presostat pe circuitul de gaze naturale, care permite accesul acestora spre arzător numai dacă presiunea de alimentare este cuprinsă între valoarea maximă şi minimă corespunzătoare vitezei de rupere, respectiv de retur a flăcării;
- presostat pe circuitul de aer, care, în caz de declanşare a motorului de antrenare a ventilatorului, urmată de scăderea presiunii aerului, întrerupe accesul combustibilului la arzător;
- celulă fotoelectrică, care comandă închiderea robinetului de blocare a combustibilului în cazul dispariţiei flăcării;
- nivostat, care comandă pornirea şi oprirea pompei de alimentare dacă nivelul apei atinge nivelul minim sau maxim de reglaj; în cazul atingerii nivelului minim sau maxim de avarie, tot nivostatul comandă blocarea accesului combustibilului spre arzător;
- presostat, racordat la spaţiul de abur al tamburului, care asigură declanşarea automată a cazanului la creşterea presiunii aburului peste valoarea maximă fixată; prezenţa presostatului de protecţie nu exclude existenţa a două supape de siguranţă duble, reglate să se deschidă la atingerea presiunii de control (9,2 bar) şi a presiunii de lucru (9,3 bar).

Practica industrială a demonstrat că agregatele ABA 2.1. au o bună fiabilitate în exploatare, asigurînd în acelaşi timp o funcţionare economică, aşa cum rezultă din figura 3, în care s-a reprezentat dependenţa randamentului termic brut în funcţie de sarcină, stabilită de autorii prezentului articol pe un cazan instalat în laboratorul de cazane şi turbine al catedrei de termotehnică şi maşini termice de la Universitatea Tehnică din Timişoara.

Măsurătorile termotehnice şi prelucrarea datelor experimentale s-au efectuat conform prescripţiilor tehnice C -.10-82,elaborate de ISCIR. .

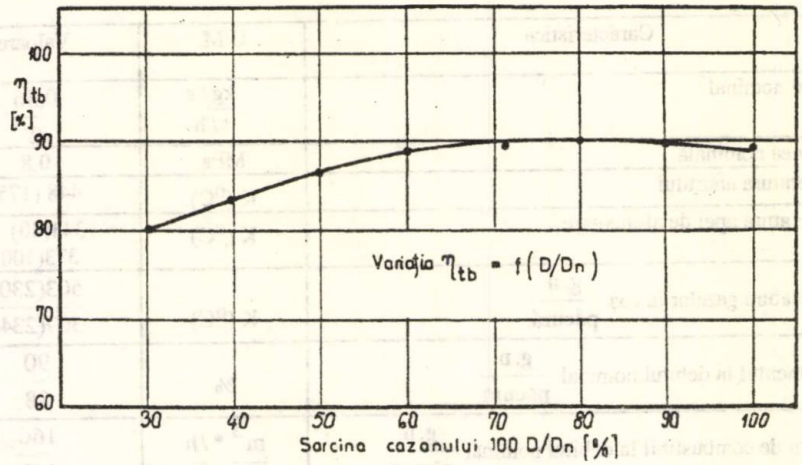


Fig.3. Variaţia randamentului termic brut al cazanului ABA 2.1. în funcţie de sarcină, pentru funcţionarea pe gaze naturale.

2. Denoxarea gazelor de ardere

Pentru ca agregatele bloc abur să rămînă competitive şi în viitorul apropiat este necesar ca acestea să se alinieze şi la condiţiile privind protecţia mediului înconjurător. În cazul funcţionării cu gaze naturale principala noxă existentă în gazele de ardere o constituie oxizii de azot cunoscuţi în general sub denumirea de NO_x. La funcţionarea pe păcură sulfuroasă, situaţia se complică prin existenţa şi a oxizilor de sulf SO_x alături de NO_x.

Formarea oxizilor de azot are loc în timpul arderii atît din azotul din aer, cît şi din azotul existent în combustibil sub diverse combinaţii. În timpul arderii se formează cu precădere monoxidul de azot NO, dar alături de acesta apare în cantităţi mult mai mici bioxidul de azot NO_2, iar în ultima vreme s-a depistat şi prezenţa protoxidului de azot N_2O [2, 3, 7].

Literatura de specialitate oferă numeroase scenarii [1 - 7] menite să explice formarea oxizilor de azot şi să stabilească principalii factori care influenţează aceste procese. În general se poate afirma că toţi cercetătorii admit existenţa a trei mecanisme de formare a oxizilor de azot, şi anume:

- mecanismul termic, denumire artibuită oxidării azotului din aerul necesar arderii;
- mecanismul formării oxidului de azot din azotul existent în compoziţia combustibilului;
- mecanismul formării oxidului de azot promt sau timpuriu.

Din studiul genezei NO_x-ului se constată că principalii factori, care determină formarea într-o cantitate mai mare sau mai mică a acestei noxe, sînt temperatura ridicată (practic peste 1300°C) şi excesul mare de oxigen în zona de ardere. Alături de aceşti factori trebuie luată în considerare calitatea combustibilului, concretizată prin conţinutul de azot şi puterea calorifică, timpul de staţionare a produselor în zona temperaturilor înalte etc.

Din punct de vedere tehnic minimizarea producerii de NO_x se realizează prin aşa-numitele măsuri primare, care în fond constau în reducerea temperaturii în zona de ardere şi a coeficientului excesului de aer, uneori chiar pînă la valori subunitare. Aceste deziderate sînt atinse prin diverse metode, dar mai ales prin aşa-numita metodă de ardere în trepte, care se aplică atît la nivelul arzătorului, cît şi la nivelul focarului.

Arzătoarele turbionare pentru hidrocarburi "sărace" în producere de NO_x se bazează pe metoda folosirii a două fluxuri de aer secundar (central şi periferic) combinată cu recircularea internă a gazelor de ardere. Un astfel de arzător nu se fabrică încă în România şi punerea în practică a acestei idei, aflată în fază de laborator, poate dura cîţiva ani pentru a parcurge toate fazele de la cercetarea experimentală la omologarea arzătorului şi fabricarea lui în serie.

De aceea, apreciem că metodele secundare de denoxare a gazelor de ardere sînt mult mai operante, cel puţin în stadiul actual. În principiu,

denoxarea gazelor de ardere se obține prin injectarea unei doze corespunzătoare de substanțe oxidabile (CH_4, CO, C_nH_m, NH_3 $CO(NH_2)_2$ etc.). Se recomandă folosirea procedeelor selective cu sau fără catalizator, caracterizate prin faptul că agentul reducător nu atacă oxigenul din gazele de ardere, ci se combină în primul rînd cu NO.

Pentru cazanele cu tub de flacără se preferă procedeul de reducere selectivă necatalitică SNCR, care constă în injectarea cu ajutorul unei lance introduse în tubul de flacără a substanței active în curentul gazelor de ardere aflate la o anumită temperatură. Acest procedeu necesită cheltuieli mici, nu pune problema unui spațiu suplimentar pentru amplasarea catalizatorului și asigură revenirea rapidă la situația inițială în caz că procedeul de denoxare este abandonat.

Agenții pentru reducerea selectivă a oxizilor de azot sînt prezentați în tabelul 2. Dintre aceștia, în prezent se folosește amoniacul, dar este probabil ca în curînd injecția de uree să devină competitivă datorită unor avantaje pe care le oferă: grad de nocivitate mai mic, manevrabilitate mai bună, preț mai redus [11].

În cele ce urmează se va avea în vedere procedeul de reducere selectivă necatalitică SNCR, care folosește ca agent de lucru amoniacul. Procedeul necesită temperaturi înalte, între 800 și 1000°C, care să asigure energia de activare pentru reacțiile de reducere, fără utilizarea unor catalizatori . Schema simplificată a alimentării cu NH_3 este prezentată în figura 4. Ea cuprinde rezervorul de amoniac, vaporizatorul, robinetul de reglare, ventilatorul de aer, lancea de injecție și cazanul.

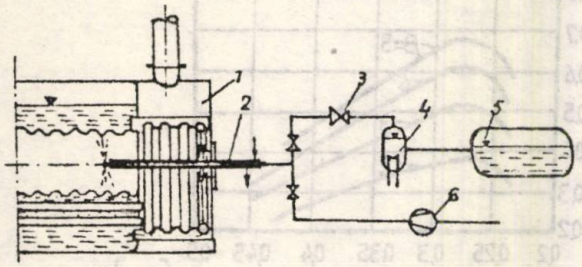
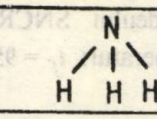
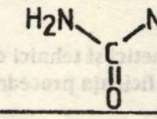
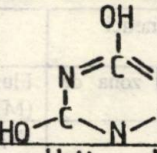
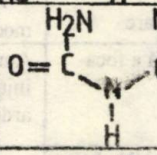
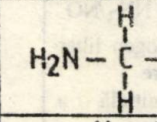
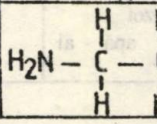


Fig.4. Schema simplificată a alimentării cu amoniac:
1 - cazan; 2 - lance; 3 - reductor de presiune; 4 - vaporizator; 5 - rezervor de amoniac ; 6 - ventilator de aer.

În loc de aer se poate folosi și abur; amestecarea amoniacului cu aceste fluide transportoare decurge din necesitatea menținerii amestecului în lance la temperaturi relativ mici, sub 500°C, temperatură la care amoniacul începe să se descompună în prezența fierului și eficiența denoxării se reduce drastic.

Tabelul 2

Agenți pentru reducerea selectivă a oxizilor de azot

Denumire	Formula brută	Formula structurală
Amoniac	NH_3	
Uree	$CO(NH_2)_2$	
Săruri de cianură	$C_3N_3(OH)_3$	
Biuret	$NH(CO)_2(NH_2)_2$	
Metil-amină	CH_3NH_2	
Etil-diamină	$C_2H_4N_2H_4$	

Reducerea oxizilor de axot în prezența oxigenului liber din gazele de ardere duce la formarea de azot molecular și abur. Global, reacțiile chimice au forma:

$$4NH_3 + 4NO + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O \quad (1)$$

$$4NH_3 + 2NO_2 + O_2 \rightarrow 3N_2 + 6H_2O, \quad (2)$$

dar ele nu sînt așa de simple cum par la prima vedere [2].

Eficacitatea procedeului se apreciază prin gradul de reducere:

$$R = \frac{(NO)_{in} - (NO)_f}{(NO)_{in}} 100\%, \quad (3)$$

în care $(NO)_{in}$ şi $(NO)_f$ reprezintă conţinutul de monoxid de azot în gazele de ardere înainte şi după aplicarea procesului. Cercetările experimentale [2, 8] au stabilit că valoarea lui R este influenţată atît de parametrii cinetici, cît şi de parametrii tehnici, grupaţi în tabelul 3. Dintre aceştia cea mai mare influenţă asupra gradului de reducere o are temperatura din zona de injecţie şi implicit durata de rezistenţă. Din figura 5, în care s-a reprezentat dependenţa $R = f(t, \beta)$ pentru încărcarea termică a focarului q_v = 0,382 MW/m^3 rezultă că eficienţa maximă a procedeului SNCR se obţine pentru intervalul de temperaturi t_f = 950 - 970° C şi creşte odată cu mărirea raportului molar β dintre NH_3 şi NO. Trebuie remarcat că pentru cazanele cu tub de flacără, distanţa de la gura arzătorului pînă la care se plasează zona optimă de temperaturi, precizată mai sus, este variabilă şi depinde de încărcarea termică a focarului q_v. Ca urmare, dacă injecţia amoniacului se face în zona optimă, atunci şi timpul de acţionare este implicit dependent de q_v.

Din figura 6, în care s-a reprezentat dependenţa gradului de reducere în funcţie de timpul de staţionare τ pentru q_v = 0,265 MW/m^3, rezultă că valoarea optimă se plasează între 0,4 şi 0,6 s, indiferent de valoarea raportului molar β.

Tabelul 3

Parametri cinetici şi tehnici care influenţează eficienţa procedeului SNCR

Parametri cinetici	Parametri tehnici
Temperatura din zona de injecţie	Fluidul transportor (MT)
Timpul de staţionare	Raportul NH_3/MT în mediul injectat
Încărcarea termică a focarului $\frac{MW}{m^3}$	Amestecarea mediului injectat cu gazele de ardere
Raportul molar = NH_3/NO	
Conţinutul de oxigen liber în gazele de ardere	
Concentraţia iniţială a monoxidului de azot	
Conţinutul de apă al păcurii	

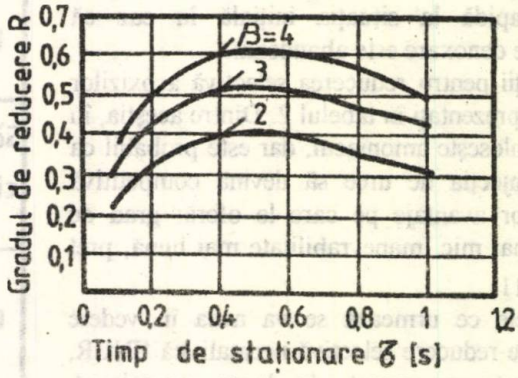


Fig.6. Dependenţa gradului de reducere în funcţie de timpul de staţionare pentru diferite rapoarte molare β şi încărcarea termică q_v = 0,265 MW/m^3.

Influenţa încărcării termice a focarului asupra gradului de reducere R este prezentată în figura 7. Se constată că valoarea optimă este q_v = = 0,265 - 0,270 MW/m^3, indiferent de valoarea

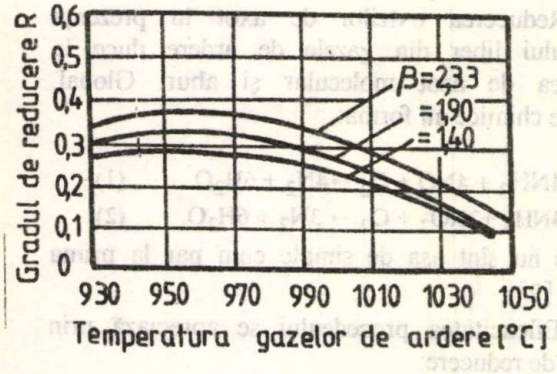


Fig.5. Dependenţa gradului de reducere în funcţie de temperatura gazelor de ardere pentru diferite rapoarte molare β şi încărcarea termică q_v = 0,382 MW/m^3.

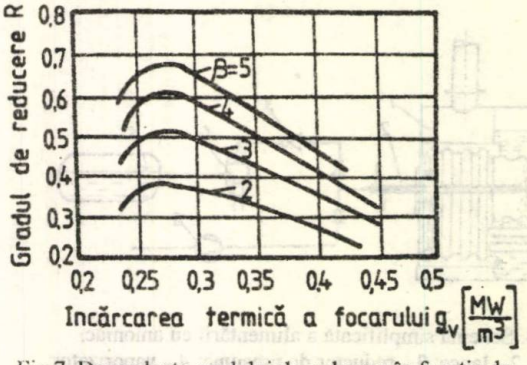


Fig.7. Dependenţa gradului de reducere în funcţie de încărcarea termică a focarului pentru diferite rapoarte molare β.

raportului molar β , dacă injecția s-a făcut la temperatura de 1000°C.

În ceea ce privește influența raportului molar β asupra gradului de reducere R se constată că pentru o încărcare termică constantă a focarului, gradul de denoxare crește la început foarte repede, dar apoi din ce în ce mai puțin. Pentru utilizarea practică a procedeului SNCR evident că nu se poate mări după plac valoarea lui β , atît din motive de economicitate (cost ridicat de producție), cît și de protejare a mediului ambiant, deoarece "scăpările" de NH_3 în atmosferă devin periculoase la depășirea unei anumite concentrații.

Lyon [9] a arătat că R nu depinde de concentrația de $(O_2)_f$ în gazele de ardere, dacă aceasta este cuprinsă între 0,5 - 2,2 %. În absența oxigenului gradul de reducere este considerabil mai mic. Prin cercetările experimentale întreprinse de Sehu [2] , care a lucrat cu gaze de ardere avînd un conținut de oxigen între 2 și 9 % , s-a dovedit că micșorarea lui R începe lent pentru $(O_2)_f > 5$ %, deci la valori neîntîlnite în cazul exploatării corecte a cazanelor cu tub de flacără.

Creșterea conținutului de NO în gazele de ardere necesită, bineînțeles, o sporire a consumului de NH_3 , dar în condițiile menținerii constante a celorlalți factori (q_v, τ, t_f) gradul de reducere R este foarte puțin influențat.

Influența conținutului de apă în păcură (practic între 5 și 10 % participare masică) joacă un rol pozitiv în reducerea emisiilor de particule solide, dar practic nu influențează asupra gradului de reducere R.

Folosirea aerului sau aburului ca agent transportor (MT) al amoniacului nu influențează practic asupra gradului de reducere R, dacă condițiile de injecție rămîn aceleași. Desigur, raportul NH_3/MT trebuie ales corespunzător pentru asigurarea răcirii lancei de injecție , astfel încît temperatura acesteia să rămînă inferioară valorii de 500 °C.

Lancea prin care se injectează mediul reducător este prevăzută cu un număr oarecare de orificii a căror dimensiune, formă și amplasare determină forma și penetrația jeturilor în curentul gazelor de ardere, implicit amestecarea acestor două fluide. Ca urmare, geometria lancei reprezintă un factor important care influențează gradul de reducere R și impune o corectă alegere și dimensionare a orificiilor (număr, diametru, forma ajutajului, unghiul de atac) și a condițiilor de injecție (presiune, viteză). Există un optim pentru fiecare combinație (diametru al orificiului și presiune de injecție) care trebuie căutat și stabilit pentru fiecare tip de cazan cu tub de flacără.

Injecția de NH_3 în scopul de a reduce oxizii de azot poate determina apariția unor "scăpări" de amoniac sau componente ale sale, respectiv poate influența concentrația altor componente din gazele de ardere. Așa cum s-a amintit și mai înainte, dacă injecția de amoniac se face într-o zonă de temperaturi necorespunzătoare (fie mai mici, fie mai mari decît intervalul optim) o parte din acesta nu va reacționa și va fi evacuat ca amoniac gazos. Evitarea acestei situații nedorite în timpul funcționării cazanului se face prin poziționarea corectă a lancei, corespunzător încărcării termice q_v și raportului molar β. Dacă sarcina cazanului variază poziția lancei trebuie modificată, astfel încît injecția amoniacului să se facă întotdeauna la temperatura optimă.

După Matsuda și alții [10] există pericolul ca în prezența anhidridei sulfurice și apei să se formeze sulfat hidrogenat de amoniu :

$$NH_3 + SO_3 + H_2O \rightarrow NH_4HSO_4$$
$$NH_3 + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow NH_4HSO_4$$

La răcirea gazelor de ardere sub 323°C hidrogenatul de amoniu începe să se condenseze și să se depună pe suprafețele reci sub forma unui strat lipicios, care, pe lîngă faptul că este extrem de corosiv, poate înfunda canalele existente în zonă.

Pentru a evalua periculozitatea scăpărilor de NH_3 se adaugă și emisiile de NH_4 , dar trebuie reținut că depășirea concentrației limită de 25 mg/m^3* are loc în cazul nerespectării flagrante a recomandărilor privind q_v, β, t_f, τ etc.

Creșterea concentrației oxidului de carbon atunci cînd se aplică procedeul SNCR se explică prin prezența NH_3, care inhibă oxidarea completă a CO în CO_2. Măsurătorile făcute [2] au demonstrat că nu există pericolul depășirii limitei prescrise de norme (170 mg/m^3*).

În final, trebuie făcută următoarea subliniere:

* m^3 în condiții normale de temperatură și presiune

Problema principală a introducerii procedeului SNCR pentru denoxarca gazelor de ardere produse la funcționarea cazanelor, cu tub de flacără, este legată de limitarca funcționării spre maximum de sarcină a cazanului, situație cînd nu se poate injecta agentul activ în domeniul optim de temperatură pentru a obține o reducere corespunzătoare.

Primele rezultate legate de injecția ureei au demonstrat deja că temperatura la care se poate face reducerea este mai ridicată decît în cazul injecției de NH_3.

BIBLIOGRAFIE

[1] Axworty, A.E. s.a. *Chemistry of Fuel Nitrogen Conversion to Nitrogen Oxides in Combustion,* Env. Port Agency Contract nr.68-02-0635. Environmental Protection Technology Series, U.S. EPA, Research Triangle Park, North Carolina, 1976.

[2] Sehu, G. *Experimentelle Untersuchungen zur selektiven nichtkatalytischen Reduction von Stickoxiden an einem Flammrohrkessel,* teză de doctorat, T.U. München, 1989.

[3] Puechberty, D. *Contribution a l'Etude de la formation des oxydes d'azote a partir d'additive azote dans une flamme d'hydrocarbure et d'oxigene*, Diss., Rouen, 1980.

[4] De Soete, G. *Le mecanisme de formation d'oxides d'azote a partir d'amoniac et d'amines dans les flammes d'hydrocarbures* . In: Revue de l'Institut Francais du Pétrole, Bd.28, 1973, Ileft 1-2, S 95 - 108.

[5] Wahnchaffe, E. *Die Bildung der Stickoxide dei der Verbrennung von schweren Heizöl.* In: VGB Kraftwerkstechnik, Bd 53, 1973, Heft 4, S.213-218.

[6] Zelkowski, I. *Kohlenverbrennung - Brennstoff, Physik und Theorie,* Technik VGB, Kraftwerkstechnik GmBh, Essen, 1986.

[7] Ute Fritz und Meyer-Pittroff, R.*Die Messung der N_2O - und NH_3 - Emissionen von Feurungsanlangen mit SNCR-Entsttickung,* In: VDI Berichte, nr. 922, 1991, p. 545 - 554.

[8] Hurst, B.E. *Technology Advances in Selective Non-Catalytic NO_x - Reduction (Thermal DeNO$_x$).* Exxon Research and Engineering Company, Houston , 1983.

[9] Lyon, R.K., Benn, D. *Kinetics of the NO-NH_3-O_2 Reaction*, Proceedings of the XVII Symposium (Int) on Combustion, The Combustion Institute, Pittburg, 1979, S. 601-609.

[10] Matsuda, S. s.a. *SCR of Nitrogen Oxides with Amonia in Presence of Sulfur Trioxide - Depozition of Ammonium Bisulfate*, In : Proceedings of the 73 rd Annual Meeting of the Air Pollution Control Association, Montreal, Qeebec, 1980, S. 2 - 15.

[11] Koebel, M . *Entstickung von Abgasen nach dem SNCR - Verfahren Ammoniak oder Harnstoff als Reduktionsmittel.* In: Chem . - Ing. - Tech., 64 (1992) nr.10. S 934-937.

[12] Ataman, E. *Considerații asupra reducerii poluării cu NO_x* . In:Energetica seria A, nr.2, 1993, p.75-78.

(Primit la 17 mai 1993, acceptat la 13 iulie 1993)

Funcționarea în bune condiții a generatoarelor de abur impune restricții deosebite de calitate pentru apa de alimentare și abur.

Substanțele organice pot influența calitatea apei de alimentare și a aburului, prin creșterea conductivității electrice sau scăderea pH-ului datorită caracterului lor potențial acid.

Identificarea analitică a substanțelor organice reprezintă o problemă dificilă, datorită multitudinii și naturii diferite a acestora.

Lucrarea de față prezintă metodologia utilizată de identificare și dozare a impurificatorilor organici din circuitul apă-abur al generatoarelor de abur.

Identificarea impurificatorilor organici din circuitul termic al generatoarelor de abur prin spectrometrie de masă și cromatografie de gaze

chim. AURELIA BOLMA, ing. MARIETA OPREA*, ing. VIRGIL BĂDESCU*, ing. MIHAI RADU, chim. ELEONORA CERBU ****

The operation of he steam generators under good conditions requires special quality restrictions for the supply water and steam.

The organic matters can influence the quality of the supply water and steam by increasing the electric conductivity or by lowering the pH due to their acid potential character.

The analytic identification of the organic matters is considered to be a difficult problem due to their complexity and different nature.

The paper presents the methodology used for the identification and dosing the organic impurities agents within the steam-water circuits of the steam generators.

Descriptori: spectrometrie, cromatografie, generatoare de abur

Identificarea naturii compușilor organici în circuitul termic al cazanelor energetice are o importanță deosebită în evaluarea contribuției acestora la perturbarea regimului chimic, prin producerea fenomenelor de depuneri și coroziuni.

Metodele analitice de determinare a impurificatorilor organici implică două direcții:

- analiza globală a încărcării organice;
- analiza impurificatorilor organici specifici.

În general, substanțele organice dizolvate în apă se clasifică în trei grupe:

- produși organici purjabili;
- produși organici solubili în apă;
- produși organici solubili neextractibili (nepurjabili).

Determinarea globală a impurificatorilor organici se realizează prin următoarele metode:

- metoda chimică clasică presupune determinarea consumului chimic de oxigen, denumită și metoda oxidabilității;
- metode moderne, care includ: metoda TOC (determinarea conținutului de carbon organic total) și metode fizico-chimice.

* Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice, București

** Institutul de Cercetări în Chimie, București

izolarea şi concentrarea acestora prin diferite tehnici: extracţie lichid-lichid, adsorbţie-desorbţie, osmoză inversă, antrenarea cu vapori, evaporarea sub vid, îmbogăţirea urmelor pe coloană LC, striparea în fază gazoasă etc.

Analiza impurificatorilor organici specifici se realizează cu ajutorul metodelor fizico-chimice; spectroscopie în IR, cromatografie de gaze - GC, cromatografie de gaze-spectrometrie de masă GC - MS, cromatografie de lichide LC, cromatografie de lichide de înaltă performanţă HPLC etc.

Identificarea impurificatorilor organici din apă parcurge două etape analitice, şi anume: concentrarea şi analiza propriu-zisă în două variante:

- varianta "off-line", care implică concentrarea impurităţilor organice prin următoarele tehnici: extracţie, adsorbţie, distilare, evaporare etc. şi analizarea concentratului printr-o metodă instrumentală adecvată (GC, GC-MS, HPLC);
- varianta "on-line", care implică conectarea şi identificarea impurificatorilor organici în cadrul aceleiaşi instrumentaţii analitice (metoda Head-Spease, injecţie directă, concentrare pe coloane capilare, extracţie continuă lichid-lichid, adsorbţie, purjare - trapare sau stripare în circuit închis, procese de membrană).

Aparatura din cadrul ICECHIM a permis adoptarea analizei impurificatorilor organici din apă prin varianta analitică "of-line".

Etapele variantei "of-line" utilizate au fost:

- extracţie-concentrare;
- identificare GC - MS;
- dozare GC.

Agentul de extracţie utilizat a fost clorura de metilen, stabilit după criterii de selecţionare: accesibilitate, puritate şi randament de extracţie.

Extracţia compuşilor organici cu caracter bazic şi neutru a fost efectuată după aducerea probelor de apă în pH alcalin (pH = 11), iar extracţia compuşilor organici cu caracter acid s-a efectuat în pH puternic acid (pH = 2), în prezenţa clorurii de sodiu.

Separarea compuşilor organici în vederea evaluării cantitative s-a efectuat pe un cromatograf de gaze CARLO-ERBA seria VEGA-6000, pe o coloană capilară din fussed silica de 25 m, cu fază staţionară SE-52 (5 % fenil), exemplificate în figurile 1 şi 2, în condiţiile:

- temperatura coloanei - regim programat de temperatură: -50-280°C/10° min
- temperatura la injector: 280°C
- temperatura la detector : 280°C
- timp iniţial 3 min
- temperatura de condiţionare coloană 30°C

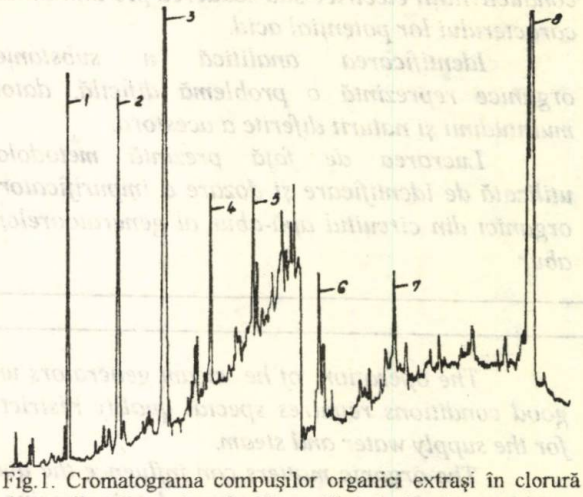


Fig.1. Cromatograma compuşilor organici extraşi în clorură de metilen din proba adusă în mediul alcalin: 1 - tetradecan; 2 - pentadecan; 3 - hexadecan; 4 - heptadecan; 5 - ester al acidului ftalic (butil); 2-metil-propil; 6 - eicosan; 7 - docosan; 8 - ester al acidului ftalic (diisooctil).

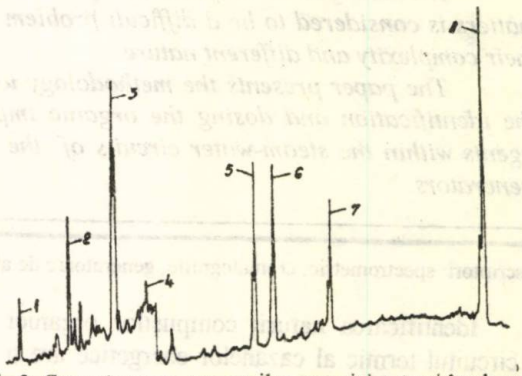


Fig.2. Cromatograma compuşilor organici extraşi în clorură de metilen din proba adusă în mediul acid: 1 - dodecan; 2 - tetradecan; 3 - pentadecan; 4 - acid undecanoic; 5 - acid tetradecanoic; 6 - acid pentadecanoic; 7 - acid hexadecanoic; 8 - acid octadecanoic.

- perioada de condiţionare a coloanei 3 min
- perioada de STBY 2 min
- gaz debit purtător, hidrogen 3 ml/min
- debit ardere gaz la detector 300 ml aer/min şi 30 ml/min/min

Identificarea compuşilor organici s-a efectuat pe tandemul spectrometru de masă VG-Analytical Model 70-SE cu dublă focalizare - cromatograf de gaze HEWLLET - Packard 5890, cu coloană capilară fussed silica de 25 m lungime şi cu faza staţionare OV-1.

Condiţiile de lucru pentru spectrometru de masă au fost:

- sursa de excitare cu impact electronic 70 eV
- timp de răspuns 0,1 ms
- tensiunea de accelerare 8 kV

Introducerea probei în camera de ionizare s-a realizat după separarea gaz-cromatografică, realizată pe cromatograful de gaze Hewllet Parckard, în condiţiile:

- temperatura de lucru
  a coloanei 30-280°C/10°/min
- timp iniţial 3,5 min
- temperatura la injector 300°C
- debit gaz purtător, heliu 4 ml/min
- cantitate de probă injectată 1 µl
- raport de splitare 1 : 10

Spectru de masă al acidului pentadecanoic este prezentat în figura 3.

Determinarea impurificatorilor organici din circuitul apă-abur al unui cazan energetic s-a realizat în principalele puncte ale acestuia: apă de adaos, apă de cazan, abur supraîncălzit şi condensat.

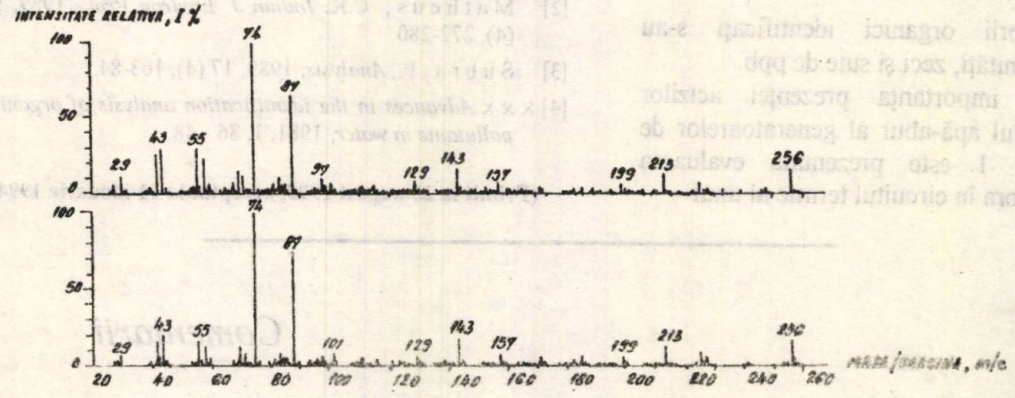


Fig.3.Spectru de masă al acidului pentadecanonic.

Tabelul 1

Evaluarea cantitativă a acizilor organici monocarboxilici din circuitul apă-abur al unui cazan energetic

Denumirea acidului	Formula chimică	Concentraţie , g/ kg x 10^{-6}			
		Apă de adaos	Apă de cazan	Abur supra-încălzit	Con-den-sat
Acid nonanoic	$C_9H_{18}O_2$	-	10,0	10,0	-
Acid decanoic	$C_{10}H_{20}O_2$	-	5,8	7,6	3,4
Acid undecanoic	$C_{11}H_{24}O_2$	-	3,2	2,6	-
Acid tetradecanoic	$C_{14}H_{28}O_2$	62,0	44,0	26,0	30,0
Acid pentadecanoic	$C_{15}H_{30}O_2$	8,0	5,4	4,5	7,7
Acid hexadecanoic	$C_{16}H_{32}O_2$	600,0	98,0	90,0	140,0
Acid octadecanoic	$C_{18}H_{36}O_2$	1400,0	200,0	99.0	230,0
Acid docosanic	$C_{22}H_{44}O_2$	-	13,0	23,0	-

Analiza calitativă a impurificatorilor organici a pus în evidenţă prezenţa în toate probele analizate a compuşilor organici aparţinînd claselor:

- hidrocarburi alifatice liniare : C_{11} - C_{22}
- acizi organici monocarboxilici: C_9 - C_{22}
- esteri ftalici

Evaluarea cantitativă a impurificatorilor organici s-a realizat prin metoda de calcul standard externă, prin utilizarea următoarelor etaloane:

- eicosan $C_{20}H_{42}$ pentru hidrocarburile alifatice liniare;
- acidul palmitic $C_{16}H_{32}O_2$ pentru acizii organici monocarboxilici ai parafinelor;
- esterul acidului dimetiltetraftalic $C_{10}H_{10}O_4$ pentru esterii ftalici.

Impurificatorii organici identificaţi s-au situat la nivel de unităţi, zeci şi sute de ppb.

Dat fiind importanţa prezenţei acizilor organici în circuitul apă-abur al generatoarelor de abur, în tabelul 1 este prezentată evaluarea cantitativă a acestora în circuitul termic al unui cazan energetic.

Posibilitatea punerii în evidenţă a naturii impurificatorilor rganici din circuitul termic al generatoarelor de abur contribuie la elucidarea fenomenelor de coroziune şi depuneri care au loc în sistemul vaporizator şi turbine

Tehnica de concentrare şi metodele analitice utilizate se situează în categoria metodelor avansate de identificare şi dozare a impurificatorilor organici în concentraţii mici şi foarte mici (ppm şi ppb).

BIBLIOGRAFIE

[1] B a y o m a I.M., *Resolut Chromatogr.* Commun 1986, 9 (1).

[2] M a t h e u s , C.K. *Indian J. Environ Prot.*, 1989, 9 (4), 272-280

[3] S u b r a , P., *Analysis,* 1989, 17 (4), 163-84.

[4] x x x *Advances in the identification analysis of organic pollutante in water,* 1981, 1, 36 - 48.

(Primit la 23 august 1993, acceptat la 11 ianuarie 1994)

Comentarii

Referitor la articolul "Activitatea RENEL în cadrul UNIPEDE", autori ing. Victor Vaida şi ing. Dumitru Manea, apărut în revista Energetica nr.5, seria A/1993, d-l ing. Paul Cartianu face următoarele completări:

"După constituirea în 1931 a Asociaţiei Generale a Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică din România - APDE, această organizaţie a devenit de drept membră activă în UNIPEDE.

Din considerente de stimă, prof. Constantin D. Buşilă a fost menţinut în Comitetul Director al UNIPEDE, împreună cu titularul de drept prof.I. Ştefănescu-Radu, preşedintele APDE. Ca urmare, România a fost prezentă în UNIPEDE în mod excepţional prin doi delegaţi, caz rar.

În perioada interbelică România a luat parte la toate manifestările UNIPEDE, lucrările prezentate fiind apreciate. Preşedinţia Secţiei energia reactivă a fost permanent deţinută de Constantin Budeanu, căruia i se acordă o deosebită consideraţie, ce se reflectă şi asupra delegaţiilor române.

Lucrarea se referă la un studiu privind energetica proceselor de frînare. Se prezintă bilanţul termic general al unui sistem de frînare, arătîndu-se importanţa economică a recuperării energiei termice care se pierde în timpul frînării. Experimentele demonstrează că în cazul unei maşini de construcţii puterea la organul de lucru poate creşte cu pînă la 20 %, în cazul unui sistem de recuperare a energiei.

The paper to a study on the deceleration processes energetics. The general thermal balance by a deceleration system is presented, pointing out the economic importance of the recuperation of the thermal energy that is lost during the deceleration process. The tests show in case of a building machine using an energy recuperation system that the power at the working element could increase with about 20 %.

Consideraţii teoretice privind energetica proceselor de frînare

Prof. dr. ing. NICOLAE P. LEONĂCHESCU, ing. EMANUEL E. DARIE*

Descriptori: procese de frînare, schimburi de energie

În funcţionarea maşinilor de orice tip, un rol aparte îl are procesul de frînare. Prin proces de frînare se înţelege:

- micşorarea pînă la o anumită valoare sau anularea progresivă a vitezei maşinii;
- imobilizarea maşinii;
- stabilizarea vitezei maşinii la o valoare prestabilită.

Acest lucru se poate obţine cu ajutorul dispozitivelor de frînare sau al dispozitivelor de încetinire. Dimensionarea acestora se face în funcţie de solicitările la care este supusă maşina respectivă şi de capacitatea materialelor de a prelua cantitatea de căldură degajată în timpul procesului de frînare . În practică se întîlneşte frînarea de regim, care urmăreşte obţinerea unei viteze de lucru adecvate condiţiilor de exploatare a maşinii şi frînarea de oprire prin care se obţine imobilizarea maşinii respective. Din punct de vedere energetic este preferată frînarea de regim, care prin proiectare, trebuie să aibă ca scop final păstrarea stării de funcţionalitate a sistemului, astfel încît, la reluarea procesului de lucru al maşinii, aceasta să folosească o rezervă de energie. O importantă economie de energie se poate face prin utilizarea raţională a sistemelor de frînare, încă din faza de proiectare a maşinii, deoarece este cunoscut faptul că pentru un anumit proces de lucru este optim un anumit mod de frînare a mişcării. De asemenea, frînarea influenţează în mod indirect consumul de combustibil al maşinii. Bilanţul termic global al unui sistem de frînare de tip mecanic se scrie:

$$\dot{Q}dt = mc_p dT + \alpha S\,(T - Te)dt + dEd, \qquad (1)$$

adică fluxul termic ce se dezvoltă în timpul frînării, este acumulat parţial în sistemul de frînare, care are masa m şi căldura masică la presiune constantă c_p, crescîndu-i temperatura cu valoarea dT .O parte din căldură se propagă în mediul exterior prin suprafeţele care vin în contact direct cu mediul ambiant, S fiind valoarea suprafeţei de schimb de căldură, iar α coeficientul de transfer termic prin suprafaţă. S-a notat cu T temperatura medie a sistemului de frînare şi cu Te temperatura mediului înconjurător, dt fiind intervalul de timp.

* Institutul de Construcţii, Bucureşti

Energia de dislocare este:

$$dEd = pSf(a1d\delta 1 + a2d\delta 2), \qquad (2)$$

unde p - presiunea pe suprafața de frecare Sf, aj - coeficienți de proporționalitate, $d\delta j$ - grosimea stratului uzat. Deoarece în timpul procesului de frînare, grosimea stratului dislocat este neglijabilă se poate scrie $dEd = 0$.

Integrînd relația (1) se obține o variație a temperaturii de forma:

$$T = Te(Q/\alpha S)/(1 - \exp(-\alpha St/mc_p)). \qquad (3)$$

Condiția tehnică de dimensionare a frînei va fi:

$$T \leq Tad,$$

unde $T = Te + (Q/\alpha S)$; valoare obținută pentru $t \to \infty$.

Pentru frînele utilizate la automobile, conform Regulamentului nr.13 al CEE, temperaturile nu trebuie să depășească valoarea maximă de 300°C .

Frînarea poate fi continuă sau intermitentă (fig.1).

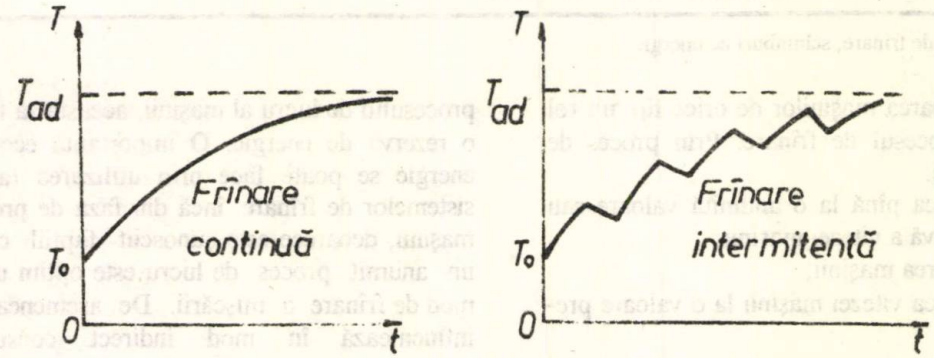


Fig.1.

În cazul frînării continue se obține din (1):

$$T = Te + (To - Te)\exp(-\alpha St/mc_p) + (\dot{Q}/\alpha S) \cdot (1-\exp(-\alpha ST/mc_p),$$

iar pentru frînarea intermitentă:

$$T = Te + (T1 - Te)\exp(-\alpha ST/mc_p).$$

Din punct de vedere termic s-ar putea spune că în cazul frînării intermitente se obțin valori mai scăzute ale temperaturii în sistemul de frînare, deci acest tip de frînare ar fi indicat. Frînarea intermitentă are însă efecte negative asupra fiabilității mașinii pe care o deservește și asupra consumului de combustibil, deci de energie utilizată. Se impune o optimizare a sistemului de frînare în funcție de mai mulți parametri, în final obținîndu-se o mașină mai economică.

Din condiția termică $q \leq qad$ rezultă:

$$pw \leq (pw)ad$$

unde:

p este presiunea pe suprafața de frecare;

w - viteza relativă a suprafețelor în contact.

Din (1) rezultă:

$$\dot{q} = \dot{Q}/Sf = (\alpha S(T-Te)/Sf)/(1-\exp(-\alpha St/mc_p)) \leq \leq \dot{q}ad$$

unde:

Sf este suprafața de frecare;

S - suprafața sistemului care vine în contact cu mediul ambiant.

În locul coeficientului de transfer termic prin suprafață, α , se introduce coeficientul global de transfer termic, k, care exprimă dependența densității fluxului termic de carcteristicile geometrice și funcționale ale sistemului de frînare ales.

Valorile coeficienților α, k se vor determina experimental, în condiții de funcționare reale ale sistemului de frînare. Din calcule au rezultat valori ridicate ale densității fluxului termic care se pierde în timpul frînării. Pentru a utiliza și această energie, pe plan mondial există cîteva încercări de recuperare, folosind acumulatoare de tip mecanic (volant) sau hidropneumatic. Astfel, la un excavator

pe care s-a montat un sistem de recuperare a energiei, pentru mişcările de rotaţie şi translaţie a platformei, respectiv braţului şi mînerului, s-a obţinut o creştere a puterii la organul de săpare de pînă la 20 %, la acelaşi consum de combustibil.

În concluzie, la nivelul unui parc de utilaje, se pot face mari economii de energie, prin utilizarea optimă a sistemelor de frînare şi prin recuperarea energiei consumate în aceste sisteme.

BIBLIOGRAFIE

[1] Leonăchescu, P. N. *Termotehnica.* Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1981.

[2] Frăţilă, Gh., Untaru, M, Seitz, N., Pereş, Gh., Poţîncu, Gh., Tabacu I., Macarie, T .*Calculul şi construcţia automobilelor.* Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică , 1982.

[3] Frăţilă, Gh. , Mărculescu, Gh. *Sistemele de frînare ale autovehiculelor* . Bucureşti, Editura Tehnică. 1986.

[4] David, I. *Asupra regimurilor dinamice ale sistemelor de recuperare a energiei la maşinile de construcţii acţionate hidraulice.* ICB, Teză de doctorat, 1992.

(Primit la 1 octombrie 1992, acceptat la 16 noiembrie 1993)

De personis

IULIAN AUREL MUŞAT Prin moartea neaşteptată şi prematură a inginerului Iulian Aurel Muşat, director executiv coordonator al societăţii mixte ABBER, în data de 27.04.1994, energetica românească a pierdut nu numai o personalitate de o deosebită valoare profesională, dar şi un adevărat prieten al tuturor celor care l-au cunoscut şi stimat.

Născut în comuna Lereşti, jud. Argeş la 21.07. 1937, a urmat cursurile şcolii elementare în comuna natală; şcoala medie a absolvit-o la liceul N. Bălcescu din Bucureşti. În anul 1954 devine student al Facultăţii de Mecanică a Institutului Politehnic Bucureşti, alegînd specialitatea maşini termice. Absolvent al facultăţii în anul 1959, refuză cariera didactică ce i se oferă şi se dedică părţii aplicative a meseriei ce şi-a ales-o.

Se angajează imediat după absolvire la Energoreparaţii, întreprindere în plină formare, care abia număra 7 ani de la înfiinţare, aparţinînd Ministerului Energiei Electrice, recunoscută pentru tehnicitatea deosebită a lucrărilor şi valoarea specialiştilor ; ea i-a fost a doua şcoală, ce i-a desăvîrşit cunoştinţele. După cîţiva ani de practică intensă pe teren, unde cunoaşte adevăratele taine ale reparaţiei motoarelor diesel şi ale turbinelor cu abur, se întoarce la sediu cu un bagaj de cunoştinţe teoretice şi practice greu de egalat. Parcurge pe rînd treptele consacrării de la inginer proiectant, trecînd prin cea de tehnolog şef, apoi inginer şef de producţie şi director tehnic, funcţie ce o deţine timp de 17 ani, între 1972 şi 1989. Este perioada unei deplin mări ca specialist de înaltă competenţă şi de ziditor a ceea ce a devenit în aceşti ani Energoreparaţii: o întreprindere per integrată necesităţilor Sistemului Energetic Naţional, ce însuma capacităţi tehnice de excepţie, deservite de peste 3500 de oameni angajaţi în cinci unităţi de producţie, din care trei în teritoriu.

Anul revoluţiei îl găseşte în această funcţie, şi începînd cu 1990 preia integral şi cu deplină responsabilitate destinele întreprinderii.

Inginerul Muşat Iulian a înţeles că noile orizonturi ce s-au deschis trebuiau folosite în interesul întreprinderii în care muncea de atîţia ani şi în special al oamenilor de ale căror destine se simţea răspunzător. Era momentul de a o ridica pe noi culmi, folosind încrederea pe care specialiştii străini i-o acordau recunoscîndu-i implicit desăvîrşitele calităţi manageriale. A fost promotorul şi sufletul tratativelor desfăşurate pînă anul 1992 pentru constituirea primei societăţi mixte a grupului ABB în România.

Începînd cu 16.oct.1992, data punerii în funcţiune a societăţii mixte, cu preţul unor eforturi uriaşe şi cu toate că sănătatea îi era şubrezită de un prim infarct, s-a dedicat cu neobosită şi admirabilă abnegaţie unui ţel sublim şi generos, acela de a dovedi străinătăţii că noi, românii, sîntem capabili să ne ridicăm în scurt timp la nivelul exigenţelor pretinse în interiorul unui grup industrial de talia ABB-ului. Şi aproape la doi ani de activitate, ca urmare a rezultatelor deosebite, a reuşit să capete recunoaşterea unanimă a meritelor sale manageriale, fiind calificat drept conducătorul cu cele mai mari şi rapide succese din toate ţările Europei de Est.

Şirul acestor reuşite i-a fost curmat, însă, de o soartă neîndurătoare. Cei ce l-au cunoscut şi apreciat nu mai au prilejul de a apela la sfaturile lui, izvorîte dintr-o vastă experienţă şi o nesfîrşită dragoste de oameni pe care a dovedit-o prin fapte şi nu prin vorbe şi acesta este un atribut exclusiv al spiritelor de excepţie în rîndul cărora inginerul Iulian Muşat îşi găseşte locul binemeritat.

ABB Energoreparaţii

Redacţia revistei ENERGETICA se asociază apelurilor colaboratorilor acestui specialist de excepţie în energetica românească.

Redactor-şef
Dr.ing. EUGENIU PAVEL

SIMPOZIONUL "TEHNOLOGII NOI DE UTILIZARE A CĂRBUNELUI"

Helsinki, 10-13 mai 1993

Comisia Economică ONU pentru Europa (UN - ECE) desfăşoară o serie de activităţi care să faciliteze procesele de trecere la economia de piaţă ale ţărilor din centrul şi estul Europei, în condiţiile de utilizare cît mai eficientă a combustibilului, şi cu respectarea cerinţelor, tot mai exigente, de protecţie a mediului ambiant.

În acest context se înscrie şi simpozionul de la Helsinki organizat de *Grupul de lucru pentru cărbune* din cadrul *Diviziei de Energie a Comisiei Economice ONU pentru Europa,* precum şi de *Ministerul Comerţului şi Industriei* din Finlanda.

La simpozion au luat parte aproximativ 100 specialişti din 27 de ţări, între care Bulgaria, Cchia, Elveţia, Franţa, Germania, Polonia, Ungaria, Rusia, Ucraina, Suedia etc. Au fost prezenţi , de asemenea, reprezentanţi ai unor foruri internaţionale (Comunitatea Europeană, Agenţia Internaţională pentru Energie, Grupul celor 24, PHARE), precum şi ai unor firme producătoare de echipamente pentru arderea cărbunilor pe baza unor tehnologii noi (ABB, Hoogovens, Shell, Tampella etc.).

Scopul simpozionului a fost:

- să evalueze, să revadă şi să asigure un schimb de experienţă privind dezvoltarea actuală şi tendinţele viitoare ale tehnologiilor de utilizare a cărbunelui, cu referire la lucrările de reabilitare a termocentralelor;
- să faciliteze înţelegerea tehnologiilor considerate ca fiind cele mai atractive pentru implementare, în prezent şi în viitor;
- să faciliteze înţelegerea impactului economic şi asupra mediului, al implementării tehnologiilor noi de utilizare a cărbunilor;
- să revadă posibilităţile, privind transferul "tehnologiilor curate ale cărbunelui" ţinînd seama în special de deschiderea pieţelor din Europa de Est.

Delegaţia RENEL a prezentat referatul "**Rolul cărbunelui în producţia de energie electrică în România**" şi a participat la discuţii pe marginea referatelor prezentate.

Din referatele prezentate se reţin următoarele idei mai importante:

Secţiunea 1 Rolul cărbunelui în producerea energiei electrice în ţările cu economie în tranziţie:

- cărbunele joacă şi va juca încă un rol important în ţările cu economie în tranziţie. În ţările care sînt membre ale UN - ECE capacitatea instalată în centrale termoelectrice pe cărbune reprezintă 1/3 din totalul puterii instalate; în ţările central şi est europene se asigură 65 % din producţia de energie electrică a acestora, în termocentrale funcţionînd pe cărbune;
- în procesul tranziţiei de la economia centralizată la cea de piaţă nu se poate accepta dezvoltarea sectorului energetic fără a se lua în considerare şi impactul acestuia asupra mediului ambiant. Politicile naţionale de energie ar trebui reorientate către industrii cu intensitate energetică redusă şi spre o abordare raţională a utilizării energiei;
- decada următoare va fi dedicată reabilitării şi retehnologizării termocentralelor existente. Implementarea unor tehnologii avansate va cere condiţii de piaţă;
- modernizarea şi reabilitarea termocentralelor pe cărbune trebuie asociată cu protecţia mediului, avînd ca ţel reducerea nivelului emisiilor de SO_2 şi NO_x . În anul 2000, emisiile de SO_2 se vor reduce, în comparaţie cu anul 1989, cu 60 % în Bulgaria, 34 % în Polonia, 10 % în Rusia şi 38 % în Ucraina. Emisiile de NO_x se vor reduce într-un ritm mai lent, fie chiar menţinute la acelaşi nivel datorită creşterii consumului de energie, la începutul secolului următor;
- programele naţionale de "energie curată", care au fost recent revizuite în ţările cu economie în tranziţie, oferă o largă implementare a cazanelor cu strat fluidizat şi a ciclurilor combinate cu gazeificare integrată, bazate pe gaze naturale sau pe gazeificarea cărbunelui. În unele ţări (Rusia, Ucraina, Polonia, Cehia) este prevăzut să se pună în funcţiune instalaţii demonstrative, la care colaborarea firmelor din vest va fi efectivă.

Secţiunea 2 . Tehnologiile noi - o soluţie pentru problemele utilizării cărbunelui

- tehnologiile noi utilizabile pentru arderea cărbunelui sînt în stadiu de dezvoltare foarte rapidă; conceptul acestora asigură un randament mai mare şi emisii mai reduse. Asemenea concepte se bazează printre altele şi pe cicluri combinate gaze-abur;

- circuitele combinate bazate pe ardere în strat fluidizat (PFBC) au fost introduse pe scară largă. De asemenea, se dezvoltă şi arderea presurizată în strat fluidizat cu circulaţie. Sînt în funcţiune unele instalaţii pilot, iar instalaţiile comerciale vor fi puse în funcţiune cît de curînd;

- ciclurile combinate cu gazeificare integrată (IGCC) utilizînd cărbune, intră în prezent pe piaţă şi sînt în curs de realizare mai multe proiecte demonstrative;

- nici una din aceste tehnologii noi nu este complet definitivată ca tehnologie comercială. Lipsesc informaţiile despre disponibilitatea reală, pe termen lung de funcţionare. De asemenea, stabilirea celei mai potrivite calităţi de cărbune pentru aceste tehnologii rămîne o problemă deschisă;

- tehnologiile de ardere în strat fluidizat atmosferic (FBC) au atins o dezvoltare comercială; în mod deosebit tehnologia de ardere în strat fluidizat circulant atmosferic (CFBC) este introdusă la scară mare;

- de asemenea, tehnologiile pentru instalaţiile cu cărbune fluidizat au cunoscut şi ele un progres în ultimii 5 ani, şi unele instalaţii prezintă valori de randament aproape de cele ale proceselor cu ciclu combinat;

- sînt disponibile tehnici de control pentru emisii, utilizabile la cazanele existente.

Aplicarea acestor tehnici necesită însă adaptări la situaţia locală.

S-a precizat că este o urgenţă pentru Europa de Est aplicarea acestora la retehnologizări.

Secţiunea 3. Stabilirea celei mai potrivite tehnologii pentru cărbunele disponibil:

- este o deosebire între calitatea cărbunelui utilizat de termocentralele din vestul Europei faţă de cele din estul Europei. Tehnologiile din vest s-au aplicat, totuşi , în unele ţări (Germania, Grecia, Spania) şi pentru un cărbune mai slab calitativ;

- este de analizat dacă tehnologiile din vest se pot aplica direct şi în estul Europei , unde cărbunele utilizat conţine multă apă, cenuşă şi eventual sulf. În aceste condiţii este de presupus că cerinţele specifice pot determina unele eforturi de dezvoltare a tehnologiei pentru a fi aplicabilă;

- importanţa încurajării activităţilor comune şi a cooperării dintre experţii firmelor din vest şi instituţiile din est au scopul eliminării "spaţiilor goale" între "know-how" deja disponibil în vest şi cel al ţărilor cu economie în tranziţie;

- managementul deşeurilor trebuie să facă parte integrală din programele de modernizare a unităţilor producătoare de energie;

- deoarece realizarea, la orice scară largă, a unei unităţi demonstrative a "tehnologiei curate pentru cărbune" este scumpă, pare rezonabil ca într-o primă analiză să se adopte şi să se integreze rezultatele obţinute în vest. Pînă la ce grad de extindere este aceasta posibil pentru un cărbune specific, urmează să se dezbată încă.

Secţiunea 4. Transferul de tehnologie:

- există documente la nivelul Comisiei Economice ONU pentru Europa şi UNCTAD care definesc transferul de tehnologie;

- există organizaţii care deja participă la transferul de tehnologie, incluzînd în particular şi asistenţa financiară;

- modificările recente din ţările central şi est europene au îmbunătăţit cooperarea tehnologică a acestora cu ţările din vest;

- în problemele de energie şi protecţia mediului, transferul de tehnologie este legat mai mult de aspecte politice şi economice, decît de cele de lipsă de informaţie;

- cooperarea pratică la proiecte comune este o cale cunoscută de promovare a transferului de tehnologie;

- s-a subliniat rolul acordurilor de licenţe şi al operaţiunilor de tip "joint-venture" pentru instalaţii bazate pe procese avansate. Se are în vedere că proiectul conceptual şi unele componente speciale să fie asigurate de firme din vest, iar alte componente şi servicii să fie asigurate pe plan local;

- reprezentanţii unor firme din vest au subliniat importanţa prezenţei acestora pe piaţa central şi est europeană. Realizarea unor colaborări cu companii locale necesită, în actualele circumstanţe, o abordare realistă, finanţări flexibile, dialog şi asistenţă;

- în Polonia s-a decis montarea instalaţiilor de desulfurare (FGD) la CET Belchatow împreună cu firma olandeză Hoogovens . Pentru alte trei centrale s-au încheiat deja contracte;

- în Cehoslovacia se are în vedere instalarea treptată de cazane cu ardere în strat fluidizat, în perioada 1993 - 2003. Realizarea instalaţilor de gazeificare cu ciclu combinat (IGCC) se are în vedere după anul 2000;

- în Ungaria este în funcţiune o instalaţie cu ciclu mixt abur-gaze. Este prevăzut să se instaleze o putere de circa 800-1000 MW, cu turbine cu gaze, cu instalaţie de gaze, cu instalaţie de gazeificare;

- în Rusia există proiecte pentru instalaţii cu cazane cu ardere în strat fluidizat pentru antracit (125-300 MW) şi pentru gazeificarea cărbunelui de tipul Kansk - Achinsk;

- în Ucraina sînt proiecte pentru instalaţii demonstrative cu cazane cu ardere în strat fluidizat, cu circulaţie şi sub presiune, precum şi pentru gazeificare în strat fluidizat.

Concluzii

Documentaţiile, informaţiile şi datele obţinute în cursul simpozionului se consideră utile în contextul general al utilizării cărbunelui în termocentralele RENEL, precum şi în planul relaţiilor de colaborare cu organizaţii similare celor ce fac parte din RENEL.

În urma desfăşurării simpozionului se pot reţine următoarele concluzii mai importante:

- tehnologiile curate pentru cărbune vor juca un rol important în promovarea şi competitivitatea cărbunelui în scenariul alimentării cu energie în viitor;

- posibilităţile de legături comerciale cu ţările cu economia în tranziţie vor fi adaptate condiţiilor specifice din aceste ţări şi vor fi dezvoltate pe măsura dezvoltării unor noi stimulente şi forme de cooperare internaţională;

- restructurarea sectorului de producere a energiei în aceste ţări va trebui să se desfăşoare concomitent cu implementarea "tehnologiilor curate pentru cărbune";

- modernizarea termocentralelor pe cărbune asociată cu implementarea unor instalaţii de protecţie a mediului ambiant;

- datorită costurilor şi duratelor necesare execuţiei lucrărilor de reabilitare, stabilirea priorităţilor şi a lucrărilor necesare face obiectul unor studii cuprinse într-un sistem global de tratare a concepţiei de reabilitare;

- în ţările central şi est - europene se constată o preocupare deosebită de realizare a unor instalaţii demonstrative, cu caracter de experimentare a unor "tehnologii curate" în vederea implementării acestora la momentul oportun;

- lucrările de retehnologizare şi de protecţie a mediului impun cunoaşterea cît mai corectă a caracteristicilor combustibilului (în special cărbune, lignit) utilizat.

Cîte un exemplar din referatele prezentate se află în posesia DGPEET şi ISPE. Acestea urmează să fie prelucrate ulterior de către specialiştii ISPE şi distribuite celor interesaţi.

Ing. GABRIEL ROMAŞCU- ISPE
Ing. ION MARCU-CET Craiova 2

CONFERINŢA UNIPEDE "PRODUCEREA ENERGIEI ÎN TERMOCENTRALE ŞI MEDIUL AMBIANT"

Hamburg, 1 - 3 septembrie 1993

Uniunea Internaţională a Producătorilor de Energie Electrică - UNIPEDE cuprinde un număr de 27 de ţări, printre care şi România, ca membri activi, 21 de ţări ca membri afiliaţi şi 38 de companii de electricitate din 12 ţări ca membri asociaţi (vezi Energetica, seria A, nr.5/1993, p.230). Prin comitetele incluse în structura sa, UNIPEDE desfăşoară, printre altele, o activitate susţinută de organizare a unor conferinţe şi simpozioanc care să dezbată probleme importante privind producerea şi utilizarea energiei electrice.

În acest context se situează şi conferinţa "**Producerea energiei în termocentrale şi mediul ambiant**", organizată la Hamburg de către UNIPEDE şi IEA (Agenţia Internaţională de Energie) şi Compania de Electricitate a oraşului Hamburg. La conferinţă a participat un număr de circa 270 specialişti din 90 de ţări şi nouă organizaţii internaţionale. S-a elaborat un număr de 105 referate. În paralel a avut loc şi o expoziţie de echipamente şi alte realizări ale unor firme, sponsori ai conferinţei.

În cadrul lucrărilor conferinţei s-au prezentat :

- rapoarte cu teme privind politica generală în domeniu;
- rapoarte sintetice pe secţiuni;
- intervenţii ale autorilor pentru completări, comentarii, precum şi întrebări şi răspunsuri.

Lucrările conferinţei s-au desfăşurat în cadrul a trei sesiuni de lucru şi două mese rotunde, după cum urmează:

Masă rotundă 1: Schimbări în structura energiei şi implicaţiile asupra mediului ambiant.

Sesiunea 1: Energia electrică şi încălzirea globală.

Partea 1: Probleme ştiinţifice

Partea 2: Măsuri şi impact economic

Sesiunea 2: Energia electrică şi emisiile de SO_2/NO_x

Partea 1: Stadiul actual al tehnologiilor

Partea 2: Tehnologii avansate pentru termocentrale

Sesiunea 3: Energia electrică şi deşeurile

Partea 1 : Utilizarea şi depozitarea deşeurilor

Partea 2: Deşeurile, sursă pentru producerea energiei

Masă rotundă 2 : Transferul tehnologiilor. Bariere în transferul de know-how către ţările din estul Europei şi ţările în curs de dezvoltare.

În şedinţa de deschidere a conferinţei, d-nul Garriba (IEA) a arătat că, întrucît sursele convenţionale vor rămîne în continuare o sursă importantă de energie (circa 64 % din total), este necesar să se găsească soluţii regionale şi globale pentru a proteja mediul ambiant. În acest sens a fost subliniat rolul important al cooperării internaţionale, al transferului de tehnologie şi al legislaţiei .

Masa rotundă 1

În cadrul discuţiilor s-au dezbătut aspecte privind:

- problemele poluării transfrontieră, care necesită soluţii corespunzătoare, respectiv stabilirea unor moduri de abordare convenite la nivel internaţional;
- politicile de protecţie a mediului care pun probleme noi producerii energiei electrice;
- problemele de protecţie a mediului care trebuie rezolvate la un nivel politic corespunzător, dar ţinînd cont de propunerile tehnicienilor şi economiştilor;
- capitalul necesar pentru a atinge cerinţele standard privind emisiile de poluanţi.

Sesiunea 1

Partea I

La această temă au fost înscrise 11 referate. Se pot reţine următoarele elemente:

- este necesar să se dezvolte studiile climatologice privind încălzirea mediului;
- există cercetări în privința reținerii și depozitării CO_2 în SUA, Japonia, Danemarca și Norvegia;
- există scenarii și pentru "non-carbon energy" (Canada) prin utilizarea hidrogenului produs cu ajutorul energiei electrice realizată în centralele hidroelectrice;
- s-au dezvoltat analize de risc bazate pe modele simulate (EPRI) care sugerează că eliminarea prin scrubere și stocarea în biosferă a CO_2 conduc la creșteri corelate ale prețului energiei;
- strategiile pentru limitarea CO_2 au în vedere și reîmpăduririle (SUA, India, Olanda etc.).

Partea a II-a

La această temă au fost înscrise 15 referate. Se pot reține următoarele:
- producția mare de energie electrică estimată pentru următorii 30 de ani trebuie realizată cu soluții susținute economic și corecte din punctul de vedere al mediului înconjurător;
- se estimează că la nivelul anului 2020 se va produce o creștere cu 3Gt a CO_2 . Preliminar se apreciază că pentru stabilizare prin măsuri fiscale ar fi necesare taxe de 200 USD/t carbon;
- deși există soluții tehnice pentru limitarea producerii CO_2 , există totuși un grad de incertitudine în ceea ce privește implementarea acestora;
- în ceea ce privește strategia de combustibil, se pot lua în considerare soluțiile: substituirea combustibilului, "non-carbon energy" și energia nucleară;
- în ceea ce privește creșterea eficienței energetice s-au reținut: dezvoltarea centralelor pentru producerea combinată a energiei și căldurii și reabilitarea termocentralelor existente.

Se menționează că în raportul de sinteză s-au făcut referiri și la aspectele prezentate în referatele delegației RENEL.

Sesiunea 2

S-a prezentat sinteza a 55 de referate pe două secțiuni, din care s-au reținut:
- diversele experiențe în tehnologia de desulfurare și deNO_x-are;
- strategiile de reducere a acestor emisii.

În raport s-au făcut referiri și la aspectele prezentate în referatele delegației RENEL.

S-au desprins următoarele idei privind țările Europei de Est:
- pentru reducerea și controlul emisiilor de SO_2 există o gamă largă de tehnologii ce pot fi aplicate funcție de strategiile de mediu adoptate.

Tehnologia de injecție a calcarului în focar este una dintre cele mai agreate pentru etapa actuală. Pentru reducerea emisiilor de NO_x se preferă îndeosebi folosirea arzătoarelor cu "NO_x redus" și optimizarea procedeelor de ardere.

Informații interesante s-au desprins din experiența Italiei în tehnica de control a emisiilor de NO_x, în procesul de ardere prin recircularea gazelor.

În țările Europei de Vest cu potențial economic ridicat, precum și în Japonia și SUA sînt agreate metodele secundare de tratare a gazelor de ardere prin diverse procedee care să asigure reducerea emisiilor poluante la nivelul reglementărilor specifice fiecărei țări.

Sesiunea 3

În partea I s-au tratat problemele majore legate de producerea energiei electrice și termice prin arderea combustibililor fosili, pe care le pun utilizarea și depozitarea deșeurilor: cenuși, rășini etc. Legislații în diverse țări în domeniu.

S-au prezentat noi tehnologii ca: arderea în pat fluidizat circulant și gazeificarea, care conduc la alte tipuri de deșeuri.

S-a acordat o atenție deosebită și altor aspecte ca:
- reducerea emisiilor de metale grele, dioxină, furan;
- utilizarea deșeurilor speciale din agricultură și industria petrolieră, implicații tehnico-economice;
- rolul UNIPEDE, IEA în rezolvarea acestor probleme.

Informații tehnice reținute în vizita la CET Tiefstack

Termocentrala Tiefstack a fost pusă în funcțiune în martie 1993 și a necesitat o investiție din partea Hamburgische Electrizität Werke AG (HEW), de l miliard DM, din care 30 % au reprezentat costurile pentru instalațiile de protecția mediului.

Capacitatea termică de livrare de 450 MWt a noii centrale asigură necesarul de căldură al orașului Hamburg în proporție de 45 %. În acest an, centrala veche din 1976, aflată în vecinătate, va fi dezafectată, deoarece nu poate să satisfacă cerințele foarte severe ale noilor reglementări de mediu care impun reduceri drastice ale emisiilor poluante. Comparînd emisiile de SO_2 și NO_x rezultate din noua centrală cu cele din centrala veche, valorile înregistrate în noua centrală sînt cu 93 - 97 % mai scăzute și se încadrează în reglementările de mediu în vigoare.

Procedeul de curățire a gazelor rezultate din procesul de ardere a cărbunelui se desfășoară în trei etape:

- deNO_x -area pe principiul reducerii catalitice selective, cu amestec amoniac și aer. Eficiență : 80 %;
- reținerea emisiilor de pulberi în sisteme de electrofiltre moderne cu randament de 95 %;
- desulfurarea cu calcar cu randament de 95 %.

Gazele purificate ies pe coș cu o temperatură de 100°C . Produșii secundari rezultați se utilizează cu precădere în industria materialelor de construcții. Zgura și cenușa se folosesc în cantități foarte mari la construcția drumurilor.

Cantitățile de substanțe adiționale folosite în procesul de curățire a gazelor arse sînt importante. De exemplu, la funcționarea centralei la capacitatea nominală se folosesc într-o singură zi : 120 tone calcar, 3,6 tone amoniac și 600 m^3 apă. Limitele atinse de poluanții în emisie sînt deosebit de scăzute: $SO_2 < 100$ mg/m^3 ; $NO_x < 100$ mg/m^3; pulberi < 20 mg/m^3.

Concluzii asupra referatelor prezentate și dezbaterilor din cadrul Conferinței:

- dezvoltarea producției de energie electrică are în vedere, pentru încă o bună perioadă de timp, utilizarea combustibililor fosili;
- problemele de protecție a mediului se referă la nivel local, regional și global;
- rezolvarea problemelor de protecție a mediului necesită colaborare între politicieni și tehnicieni, într-un context legislativ corespunzător și prin cooperare internațională;
- există tehnologii disponibile demonstrate sau în curs de testare pentru a fi utilizate în termocentrale în vederea protejării mediului ambiant;
- tehnologiile de protecție a mediului sînt foarte costisitoare;
- transferul de tehnologii către țările din estul Europei aflate în curs de dezvoltare nu trebuie privit numai ca o extindere a pieței de desfacere;
- reabilitarea termocentralelor trebuie asociată cu implementarea unor măsuri de protecție a mediului;
- în țările central și est-europene se constată o preocupare deosebită pentru implementarea unor "tehnologii curate" la termocentrale.

Se menționează că, prin includerea în rapoartele generale pe sesiuni a rapoartelor delegației RENEL, prin discuțiile avute cu alți specialiști, se poate aprecia că există un interes real pentru cunoașterea situației și a perspectivelor producției de energie electrică și a protecției mediului din țara noastră.

ing. MARIA ANGHEL - RENEL , chim ELEONORA ATAMAN - ICEMENERG, ing. GABRIEL ROMAȘCU - ISPE

ÎNTR-UN STUDIU AL MINISTERULUI INDUSTRIEI DIN FRANȚA, SE PRECIZEAZĂ CĂ ENERGIA NUCLEARĂ RĂMÎNE CEA MAI COMPETITIVĂ

"Dacă ar trebui să se decidă astăzi în Franța construcția unei centrale electrice care să fie operațională în 2003 și care să funcționeze mai mult de 6000 ore/an (aproximativ 70 % din timp), o centrală nucleară ar fi cea mai rentabilă".

Ediția 1993 a studiului **"Costuri de referință privind producția de electricitate în Franța"**, publicat la 25 mai 1993 de Direcția Generală de Energie și Materii Prime a Ministerului Industriei (DGEMP) indică din nou energia nucleară cîștigătoare în competiția pentru o centrală cu utilizare intensivă. Calculele s-au efectuat pentru o centrală care ar intra în funcțiune în 10 ani. Conform acestei anchete, realizată la fiecare trei ani (începînd de acum 20 de ani), costul producerii unui kilowatt-oră nuclear este de 25 centime (CFF) la utilizarea intensivă a CNE față de aproximativ 30 centime pentru cărbune și gaz. Aceste costuri cuprind și cheltuielile de cercetare-dezvoltare, retratarea combustibililor iradiați, stocarea deșeurilor și dezafectarea centralei, precum și costul unui accident de tip Cernobîl.

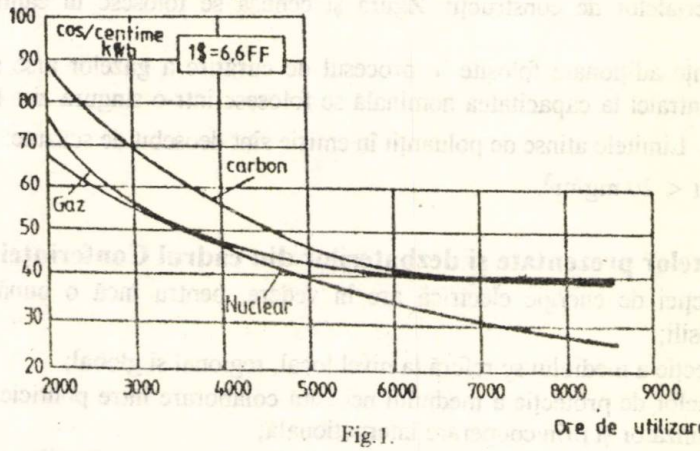


Fig.1.

În cazul centralelor care nu funcționează decît în perioadele de vîrf (sub 4000 ore/an), centralele pe cărbune sau gaz pot deveni mai rentabile decît cele nucleare. Dacă se percepe o ecotaxă (proiect de taxă comunitară ce penalizează mai puternic combustibilul bogat în cărbune) numai centralele pe gaz ar rămîne în competiție.

Pentru centralele de vîrf propriu-zise (cu utilizare de ordinul sutelor de ore/an) centralele pe gaz sînt cele mai competitive.

În unele cazuri particulare, instalațiile de cogenerare (care produc și vapori) se dovedesc cele mai puțin costisitoare (circa 17 CFF/kWh). Este vorba totuși de centrale de mare putere (400 MW) a cărei producție de vapori se valorifică, deci centrale care funcționează în mari centre industriale , rafinării sau industria chimică, a precizat Claude Mandil, director al DGEMP, la prezentarea acestui studiu în fața presei.

Energia eoliană a fost studiată pentru prima dată în această anchetă. Ea furnizează o energie relativ ieftină (28 CFF/kWh), dar funcționarea aleatorie (legată de variațiile de vînt), o face greu comparabilă cu celelalte surse de energie. După dl.Mandil, competitivitatea "nuclearului"francez (care nu se confirmă nici în Marea Britanie, nici în Statele Unite) este legată de efectele considerabile ale construcției unei serii de mai mult de 50 de centrale.

(Traducere și prelucrare: dr. ing. M. L. GOIA, după : Le Monde, iunie 1993)

EFFENBERGER, HELMUT **Dampferzeuger - 2. durchges. Auflage (Generatoare de abur, ediția II-a revăzută)** Ed: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1989, Leipzig,374 p.,324fig.,77 tabele și 386 referințe bibliografice.

Cărțile despre cazanele de abur, indiferent dacă acestea reprezintă manuale, cursuri universitare sau monografii au trezit și încă trezesc interesul specialiștilor. Motivul rezidă probabil în răspîndirea pe care o au cazanele de abur în diferite ramuri ale industriei. Domeniul tehnicii cazanelor de abur reprezintă o îngemănare complexă a mai multor discipline tehnice, cum sînt : tehnica materialelor, mecanica tehnică și rezistența materialelor, chimia apei, termodinamica și transferul căldurii, hidrodinamica, tehnica construcțiilor și automatizarea.Cerințele față de conținutul unei cărți de cazane de abur diferă de la cititor la cititor. Astfel, studentul caută noțiuni de teorie a cazanelor de abur, de alcătuire a instalațiilor și de tehnologie a acestora. Inginerul proiectant de cazane de abur speră să găsească metode de calcul și detalii constructive pentru diferite componente ale cazanului de abur. Inginerul de exploatare dorește să găsească informații privind comportarea în exploatare a elementelor instalațiilor de cazane de abur și a instalațiilor în ansamblu. În plus, toți cititorii doresc să găsească informații privind noile soluții constructive și noile tehnologii folosite în domeniul cazanelor de abur, precum și cît mai multe metode pentru calculul proceselor care se desfășoară în cazane.

Probabil că nu există o carte despre cazanele de abur care să satisfacă toate cerințele cititorilor ei potențiali, iar dacă ar putea fi scrisă ar trebui să însumeze un număr apreciabil de volume. Poate că aici se ascunde și explicația faptului că, în principiu, cărțile despre cazane de abur lipsesc de pe piață, elaborarea lor fiind o activitate dificilă.

Autorul cărții recenzate, profesorul universitar Helmut Effenberger, cunoscut specialiștilor printr-o activitate publicistică susținută, găsește o rezolvare interesantă problemei redactării unei cărți despre cazanele de abur, care să trezească interesul unui număr cît mai mare de cititori, fără a depăși o valoare mijlocie a numărului de pagini. Autorul a conceput cartea sub forma unui "vademecum", selectînd cu grijă subiectele tratate și extinderea expunerii. Astfel, sînt reținute pentru a fi prezentate în carte doar aspectele fundamentale ale tehnicii cazanelor de abur alături de probleme "fierbinți" ale actualității, inclusiv cele legate de noile tehnologii de ardere. Restul subiectelor este doar enunțat, făcîndu-se trimiteri la o bibliografie accesibilă. Pentru aspectele legate de instalațiile auxiliare, cum ar fi: alimentarea cu cărbune, evacuarea cenușii, desprăfuirea gazelor de ardere, desulfurarea gazelor de ardere, ventilatoare, coșuri, prepararea apei și aspectele legate de exploatarea cazanului de abur cum ar fi pornirea și oprirea, fiabilitatea, formarea depunerilor de zgură și cenușă, precum și eroziunea este prevăzut un nou volum.

Primul capitol, **Destinațiile cazanelor de abur,** prezintă succint treptele dezvoltării cazanelor de abur precum și poziția cazanelor de abur în centrala termoelectrică.

Al doilea capitol, **Combustibilii**, cuprinde o trecere în revistă a combustibililor folosiți în cazanele de abur și a proprietăților lor principale.

În continuare, al treilea capitol **Producerea prafului de cărbune** are drept centru de greutate morile de cărbune, insistîndu-se în mod special asupra morilor ventilator. Sînt prezentate și probleme legate de finețea prafului de cărbune (distribuția granulometrică, finețea optimă de măcinare, acțiunea separatoarelor de praf), uscarea și bilanțul termic al instalațiilor de preparare a prafului, precum și probleme legate de comportarea în exploatare a sistemelor de preparare a prafului.

Al patrulea capitol, **Arderea,** tratează aspectele statice ale arderii: necesarul de aer de ardere, cantitatea de gaze de ardere în compoziția gazelor de ardere prezentîndu-se atît formulele de calcul rezultate din echilibrul chimic, cît și formulele statice de calcul (formulele lui Boie). Urmează, în cadrul aceluiași capitol, tratarea aspectelor dinamice ale arderii: dinamica arderii în strat (pe grătar) și dinamica arderii în suspensie. Sînt prezentate modele fizice și matematice relativ simple pentru procesul de ardere în strat și în suspensie. Capitolul se

încheie cu o trecere în revistă a problemelor arderii în strat fluidizat, inclusiv a celor aferente transferului căldurii în stratul fluidizat.

Capitolul cinci, **Sisteme de focare,** tratează aspectele concepției și comportării diferitelor soluții constructive de focare. Sînt examinate focarele cu grătar și cele cu cărbune praf, arzătoarele de praf de cărbune (inclusiv concepția acestora) și focarele pentru păcură și gaze. Capitolul continuă cu prezentarea focarelor cu strat fluidizat și se încheie cu concepția focarelor convenționale.

Capitolul **Sistemul sub presiune al cazanului de abur,** al șaselea, tratează problemele specifice părții sub presiune a cazanelor de abur: circulația naturală (principii și calcul), hidrodinamica amestecului bifazic apă-abur, siguranța circulației naturale, comportarea în exploatare a sistemelor cu circulație naturală, circulația forțată (principiu și comportarea în exploatare), stabilitatea hidrodinamică a sistemelor cu circulație forțată, soluții constructive pentru sistemele vaporizatoare cu circulație forțată, economizoare, supraîncălzitoare de abur (concepție, materiale, amplasare și comportare în exploatare), reglarea temperaturii aburului supraîncălzit.

Capitolul șapte, **Preîncălzitoare de aer,** tratează soluțiile constructive ale preîncălzitoarelor de aer și comportarea lor în exploatare.

Urmează al optulea capitol: **Transferul căldurii în cazanele de abur** în care sînt prezentate succint problemele legate de: transferul căldurii în focare, transferul căldurii într-un spațiu cu suprafețe de încălzire tip paravan, transferul căldurii în suprafețele de încălzire prin convecție, transferul căldurii în preîncălzitoarele de aer regenerative și în suprafețele de încălzire cu aripioare.

Ultimul capitol, al nouălea, **Randamentul și pierderile cazanelor de abur,** cuprinde o trecere în revistă a modului în care se determină randamentul și pierderile cazanelor de abur conform prescripțiilor DIN valabile în Germania (diferite de prescripțiile ISO).

Cartea profesorului Effenberger oferă cititorului o lectură utilă prin concepția și informațiile pe care le cuprinde, lectură care poate fi apreciată chiar agreabilă, datorită prezentării ordonate și riguroase a materialului, la care se adaugă și utilizarea unui sistem coerent de notații. În carte pot fi găsite informații interesante, destul de dificil de găsit în literatura tehnică. Printre acestea se pot număra: descrierea tipurilor morfologice de xilită și influența lor asupra măcinării cărbunilor bruni; date privind pătrunderile de aer fals în sistemele de preparare a prafului cu mori ventilator; date privind influența conținutului de cenușă din cărbunele brut asupra capacității de măcinare a morilor ventilator; formule statistice pentru calculul proprietăților gazelor de ardere: constanta gazului, căldura specifică medie, conductivitatea termică și vîscozitatea; formule pentru determinarea gradului de ardere în funcție de distanța parcursă de particula de cărbune de la gura arzătorului; informații privind arderea și transferul căldurii în strat fluidizat; date privind cota de cenușă "vaporizată" în focar printr-un proces similar celui de sublimare; sistematizarea datelor privind jeturile plane și rotunde care ies din arzător; informații privind tehnologia arderii în strat fluidizat; sistematizarea producerii de concepție a unui focar pentru un cazan de abur; date referitoare la curgerea bifazică a amestecului apă-abur și la calculul circulației naturale în sistemele vaporizatoare; date privind stabilitatea hidraulică a sistemelor vaporizatoare cu circulație forțată și în sfîrșit, procedura de calcul al transferului căldurii într-un preîncălzitor de aer regenerativ.

În carte nu sînt tratate unele aspecte importante ale tehnicii cazanelor de abur: calculul aerodinamic al circuitelor de aer și gaze de ardere, concepția acestora și adoptarea caracteristicilor ventilatoarelor; problema materialelor utilizate la fabricarea țevilor de economizor, vaporizator și supraîncălzitor, comportarea lor la temperaturi ridicate și sistematica alegerii, precum și înzidirea și/sau izolarea cazanelor de abur.

Privită ca un tot, cartea recenzată este deosebit de interesantă și de utilă, în primul rînd prin concepția care a stat la baza alcătuirii ei și în al doilea rînd, prin informația bogată și recentă pe care o conține. Pentru cititorul din România, voluminoasa bibliografie la care se face trimiteri este aproape în totalitate accesibilă, ea constînd din lucrări și periodice (în special Energietechnik) care pot fi găsite în bibliotecile noastre.

În concluzie, recomandăm tuturor celor interesați de stadiul și problemele actuale ale tehnicii cazanelor de abur

această carte realmente valoroasă.

Cartea poate fi consultată la autorul recenziei sau poate fi cupărată la librăria EUROMEDIA din str. G-ral. Berthelot nr.41 Bucureşti.

Dr. ing. GEORGE CHERCEA

Salutăm apariţia unei noi publicaţii de specialitate **TERMOTEHNICA** , revistă cu o periodicitate - deocamdată - bianuală, editată de Editura Tehnică.

Primul număr este prefaţat de inimosul profesor Nicolae P. Leonăchescu, cunoscut militant pentru noul teoretic şi pragmatic. În această prefaţă este precizat rostul şi scopul revistei, care - cu adevărat - umple un gol în publicaţiile tehnice româneşti.

Îmi amintesc de afirmaţia profesorului M. Feidt de la Nancy (Franţa) care precizează că: "... la Thermo-dynamique en temps fini et les transferts de masse et de chaleur ... sont les deux points fort de l'Ecole roumaine".

Publicaţiile autohtone de pînă în prezent nu au putut cuprinde toate ideile româneşti şi valorile lor aferente. De aceea, apariţia revistei a fost o necesitate şi este binevenită pentru întreaga sferă de cunoştinţe din termotehnică.

Subliniem faptul că revista doreşte să-şi "asume rolul de tribună, dar şi de arenă, în care se vor dezbate probleme ale normării şi ale racordării la etaloane internaţionale", şi că "se adresează, în egală măsură tineretului care trebuie să valorifice o experienţă, deloc neglijabilă, a colegilor lor mai vîrstnici."

Un cuvînt introductiv al profesorului Aureliu Leca prezintă cîteva idei personale în legătură cu energetica românească şi argumentează contribuţia benefică pe care revista ar putea-o aduce la calificarea profesională a cadrelor de specialitate şi în perfecţionarea proceselor şi instalaţiilor tehnologice.

Conţinutul cuprinde lucrări valoroase şi nume de prestigiu din termotehnica românească. Este suficientă parcurgerea sumarului (anexat) pentru a ne da seama de valoarea lucrărilor.

De mare utilitate, o primă parte a unei bibliografii româneşti în domeniu are rolul unei orientări pertinente. Totuşi, remarcăm faptul că nu sînt citate şi articole din revista ENERGETICA! Presupunem că următoarele părţi vor cuprinde şi această publicaţie în care se găsesc multe lucrări interesante.

Conţinutul publicaţiei este agrementat şi cu o lucrare de interes din istoria tehnicii.

Revista este condusă de un consiliu ştiinţific în care sînt cuprinşi şi membri de onoare (specialişti români de peste hotare şi un colegiu de redacţie cu un redactor-şef) .

Cei ce vor consulta revista vor constata că un mare număr de specialişti termotehnicieni români cunoscuţi fac parte din aceste colective, ceea ce reprezintă o garanţie că publicaţia va avea o calitate ridicată.

Colegiul de redacţie al revistei ENERGETICA urează viaţă lungă şi succese revistei TERMOTEHNICA, pentru binele ţării noastre şi pentru creşterea în continuare a prestigiului intelectualităţii tehnice româneşti.

Dr. ing. EUGENIU PAVEL
prof. asociat
Preşedintele Colegiului de Redacţie al revistei ENERGETICA

Cuprinsul numărului 1/1993 al revistei Termotehnica

Nicolae Leonăchescu: *La început de drum*

Aureliu Leca: *Termodinamica, energia, RENEL*

Vsevolod Radcenco, Gheorghe Popescu, Valentin Apostol: *Cercetări privind optimizarea ciclului Rankine pe baza termodinamicii liniare în timp finit*

Corneliu Mihăilă : *Modelarea matematică a proceselor de transport cu metoda perturbaţiei*

Constantin Brătianu: *Bazele modelării numerice cu elemente finite a cîmpurilor termice conductive*

Valentin Mustaţă, Aurel Guţu, Alexandru Vacaliuc: *Intensificarea transferului de masă prin acţiunea surselor interne de căldură cu impuls*

Vasile Şova : *Consideraţii asupra transferului termic conductiv prin pereţi de grosime variabilă cu suprafeţe limită plane izoterme*

Ioan Cernica: *Criza transferului de căldură la fierberea în canale orizontale*

Teodor Mădărăşan, Mircea Dreve: *Asupra calculului proceselor de încălzire în cuptoarele industriale*

Alexandru Chisacof, Mircea Marinescu: *Folosirea ciclurilor combinate în scopul creşterii eficienţei utilizării energiei primare*

Stoian Petrescu, George Stănescu: *Metodă directă pentru studiul proceselor ireversibile care se desfăşoară cu viteză finită în sisteme termodinamice închise*
Sorin Rusu, Teodor Mădărăşan, Beniamin Apahidean: *Consideraţii privind utilizarea arzătoarelor autoregenerative la cuptoarele de forjă tipizate, funcţionînd cu combustibil gazos sau lichid.*
Nicolae Leonăchescu: *Dinicu Golescu şi primul principiu al termodinamicii*
Corneliu Mihăilă: *Conferinţa Naţională de Termotehnică*
Stoian Petrescu: *Doctor Honoris Cauza: profesor Adrian Bejan*
Emanuel Darie: *Bibliografie românească (I)*
Claudia Gavrilescu : *Teze de doctorat (I)*
Nicolae Năndraşu : *Criteriul Bejan*
Breviar : *Din viaţa SRT- Societatea Română a Termotehnicienilor. Statut; Regulament de atribuire a premiilor SRT; Membrii Societăţii Române a Termotehnicienilor; Memento; Laureaţii SRT: prof. dr. ing. Sova Gh. Vasile şi conf. ing. Ştefănescu I. Dan; Filiala SRT din Academia Tehnică Militară; SOROPA.*

Revista apare sub egida Societăţii Române a Termotehnicienilor. Se poate procura la filialele SRT şi la difuzorii voluntari. Redacţia şi administraţia are următoarea adresă: B-dul Carol I nr. 66, sector 2, Bucureşti 73232. Tel: 64242000/139.

Informaţii

În revista Energetica, seria B, în anul 1994 au apărut următoarele materiale:

Nr.1

EDITORIAL

JEAN CONSTANTINESCU : DSM (Demand Side Management) şi planificarea integrată a resurselor Societăţii de Electricitate

CONDUCEREA ŞI AUTOMATICA SISTEMULUI ENERGETIC

DUMITRU IVAS, FLORIN MUNTEANU: Funcţiunile unui sistem expert în centrele de conducere ale reţelelor electrice şi arhitecturi ce pot prelua aceste funcţiuni

TEODOR MICLESCU, MARIUS POMÂRLEANU, GABRIEL BAZACLIU, LIA BEJUSCU, VIRGIL DUMBRAVĂ : Este posibilă o programare optimă a funcţionării SEN?

REŢELE ELECTRICE

DUMITRU CEZAR IONESCU, CRISTINA ZAHALCA: Formalizarea cunoştinţelor pentru generarea automată a stărilor şi tranziţiilor pentru analizele de fiabilitate ale staţiilor electrice

NICOLAE BOGOEVICI, DUMITRU TOADER: Introducerea fazorilor de nesimetrie în analiza reţelelor electrice trifazate nesimetrice şi dezechilibrate

ENERGETICA ÎN UNITĂŢI ECONOMICE

CONSTANTIN ION: Balizarea interferenţială

ISTORIA ENERGETICII

CONSTANTIN DINCULESCU: Stîlpi pentru liniile electrice aeriene

ROMULUS SFICHI: Aspecte ale primelor începuturi de învăţămînt superior electrotehnic şi electroenergetic în Moldova

NICOLAE DIACONESCU: Din istoria radiofoniei româneşti, 65 de ani de la prima transmisie radiofonică oficială românească

DIN ENERGETICA MONDIALĂ

SORIN MUNTEANU: Hydro-Quebec - rezultate deosebite prin aplicarea programului de eficienţă energetică

DE PERSONIS

Profesorul Plautius Andronescu - un secol de la naştere

Nr.2

EDITORIAL

JEAN CONSTANTINESCU: De ce orientare către UCPTE ?

VIORICA RĂDUCANU: Eficienţa energetică în relaţiile est-vest

ANCA POPESCU, ŞTEFANIA VELICU, FLORENTINA MIHĂILESCU: Interconexiunea sistemelor energetice est-vest europene - problemă actuală în noile condiţii de integrare a României în structurile comunităţii europene

ARIE A. ARIE, EUGENIU PAVEL : Consideraţii privind interconexiunea sistemului electroenergetic din România cu sistemele europene

JEAN CONSTANTINESCU, MARIUS POMÂRLEANU, LIA BEJUSCU: Criterii de performanţă pentru interconexiunea cu UCPTE

CONSTANTIN BUNESCU: Concepţia RENEL privind interconexiunea SEN al României cu UCPTE

MANIFESTĂRI TEHNICO-STIINŢIFICE

ADRIANA GEORGESCU: Light and Lighting'93

VASILE RUGINĂ, IRINA POPESCU : Optimizarea utilizării energiei electrice la consumatorii industriali şi similari

DIN ENERGETICA MONDIALĂ

ALEXANDRU COGĂLNICEANU : Energetica mondială în anul 1990

UNIPEDE
DEUXIEME CONFERENCE SUR L'UTILISATION D'ÉLECTRICITÉ

"L'utilisation d'électricité pour plus d'efficacité et un meilleur environnement"

1. Contexte

L'électricité joue un rôle de plus en plus important dans l'évolution de notre société. C'est la raison pour laquelle l'UNIPEDE, par le biais de son Comité d'études Développement des applications de l'électricité et marketing, a décidé d'organiser une Conférence sur "L'utilisation d'électricité pour plus d'efficacité et un meilleur environnement", avec la participation de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE)

Le développement des nouvelles technologies et utilisations de l'électricité connaît d'importants progres qui pourront nous aider à utiliser nos ressources de façon plus efficace.

2. Objectif

Son objectif est de déterminer le rôle présent et futur de l'électricité et d'indiquer l'importance d'une approche intégrée: du service requis, au marketing de ce service et à la participation active du consommateur, en passant par le produit (utilisation).

3. Groupes cibles

Les managers
Les experts
Les pouvoirs publics
impliqués dans le développement et le marketing des utilisations de l'électricité (principalement dans le secteur électrique).

4. Programme

Conférence: Lundi 25, mardi 26 et mercredi 27 (matin) septembre 1995
Visite technique: Mercredi 27 septembre 1995 (apres-midi)
Visite touristique: Dimanche 24 septembre 1995

5. Lieu

Palau de Congressos de Barcelona, Espagne.

Située sur la côte méditerranéenne, Barcelone, ville des Jeux Olympiques de 1992, compte presque 4 millions d'habitants et est la capitale de la Catalogne en Espagne. Parmi les musées de Barcelone, on compte la Fundacion Joan Miró et le Museo Picasso. L'église de la Sagrada Familia, inachevée, est un exemple de l'oeuvre de Antoni Gaudi.

6. Procédure de soumission des propositions

Invitation:

Les auteurs sont invités à soumettre des résumés d'environ 500 mots (une page maximum) avant le 31 mars 1994 à l'adresse suivante:

UNIPEDE
Anders RICHERT
Conseiller Principal
28, rue Jacques Ibert
FR - 75858 Paris Cedex 17
Fax int: +33 1 40 42 60 52
Tél int: +33 1 40 42 55 45

Les résumés devront être rédigés dans l'une des trois langues officielles de l'UNIPEDE (anglais, français ou allemand).

Sélection:

D'ici fin juillet 1994 au plus tard, le Comité d'Organisation de la Conférence informera les auteurs de l'acceptation de leur proposition et leur fournira les instructions concernant la présentation du rapport complet (marges, graphiques, etc.)

Les auteurs seront invités à rendre rapports complets fin décembre 1994 au plus tard si le rapport est rédigé en français ou en allemand, et fin mars 1995 au plus tard si le rapport est rédigé en anglais.

Afin de disposer d'assez de temps pour les débats, cinq à dix rapports seulement seront retenus pour chaque session.

Diffusion et présentation des rapport:

Tous les rapports, traduits en anglais si l'original était en français ou en allemand, seront envoyés aux participants avant la Conférence. Ainsi, les participants auront l'occasion d'étudier le contenu des rapports.

À la Conférence, les auteurs ne présenteront pas leurs rapports individuellement. Pour chaque session, un rapporteur sera chargé de présenter une synthese des rapports reçus et les auteurs pourront etre priés de répondre aux questions de l'assistance.

Les auteurs souhaitant compléter leurs rapports sont invités à faire une demande d'intervention (le formulaire de "demande d'intervention" sera diffusé en même temps que les rapports définitifs).

7. Sujets des sessions

La Conférence comprendra les quatre sessions de travail suivantes:

Session 1: Rôle de l'électricité

- Rapports des orateurs invités

Session 2: Desoin d'une approche intégrée

- meilleure répartition des ressources rares et utilisation plus efficace de l'énergie grâce à une évaluation intégrée, sur le meme plan (*level playing field),* de toutes les ressources possibles
- introduire le concept de qualité comme un facteur de politique énergétique
- utiliser l'énergie de façon plus efficace au "moindre côut"
- influence de l'environnement d'exploitation (consensus contre concurrence)
- conditions préalables importantes (signaux de tarification, informations, formation et conseils)

Session 3: Nouvelles technologies et utilisations

"Utilisation de l'énergie électrique afin de réduire la consommation d'énergie primaire et les émissions de CO_2"

3 a.: Secteurs agricole, domestique et tertiaire

(les utilisation suivantes devront avoir dépassé le stade du prototype)

- développement de l'utilisation de l'électricité dans l'agriculture (culture, bétail, séchage du foin, ventilation, etc.)
- innovations en matiere de chauffage des locaux, de climatisation et de récupération de chaleur
- services consultatifs par les entreprises sur l'utilisation de l'éclairage
- rendement énergétique des appareils ménagers
- capteurs solaires
- immeubles intelligents

3 b: Secteur industriel

techniques électriques utilisées pour améliorer la performance: (les techniques décrites ci-après devront avoir dépassé le stade du prototype)

- augmentation de la productivité
- amélioration de la qualité du produit
- réduction des coûts de production
- baisse de la consommation d'énergie par unité produite
- amélioration des conditions de travail
- incidence positive sur l'environnement

3 c : Transports électriques

- avantages pour l'environnement local, régional et mondial des véhicules électrique et hybrides et des transports en commun électriques
- dépasser les barrieres technologique s'opposant au développement du marché
- besoins en infrastructure, impact sur le réseau de distribution
- travailler avec le secteur de la construction automobile
- incitations législative et réglementaires au développement du marché

Session 4 : Nouvelles stratégies du secteur électrique

(marketing et implication du consommateur, communication, diversification)

- les changements dans le marketing de l'électricité dus aux questions environnementales
- satisfaire les nouveaux besoins en services à la clientèle
- appliquer le marketing à travers la communication, le marketing direct, la vente directe, etc.
- développer une culture de marché et une expertise par le biais de la comunication et de la formation
- les techniques d'analyse du marketing (segmentation du marché, systèmes d'information sur le marché et systèmes de gestion)
- la diversification, une réponse dictée par le marché à l'intensification de la concurrence

Informații suplimentare se pot obține de la SCTI-ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sect.3, 79619, București, tel .3214465 , fax 3211010, telex: 10783 iccer

---

De personis

Prof. dr. ing. ALEXANDRU DIACON

S-a născut la 3 martie 1924 în orașul Cernăuți. După absolvirea liceului "Aron Pumnul" din Cernăuți, a urmat cursurile Institutului Politehnic din București, pe care le-a absolvit în anul 1947, obținînd diploma de inginer constructor hidrotehnician cu "Magna cum laude".

În anul 1948 este angajat la Societatea de Gaz și Electricitate București, unde împreună cu acad. Cristea Mateescu lucrează la studiile pentru centrala din cheile Argeșului. Tot în același an, în cadrul secției de studii a Centralei Industriale pentru Energie Electrică, a întocmit anteproiectele și documentațiile tehnico-economice pentru amenajarea rîului Sadu (hidrocentrala Sadu V).

Odată cu înființarea Institutului de Studii și Proiectări Energetice în anul 1949, a fost transferat la acest institut, unde a activat timp de 20 de ani, parcurgînd toate treptele, de la proiectant la director tehnic. Datorită pregătirii tehnico-științifice , dragostei de muncă și de profesie, i s-a încredințat responsabilitatea elaborării proiectelor unor importante lucrări din domeniul hidroenergetic. Astfel, a fost: șef de proiect al primei centrale hidroelectrice executate cu forțe proprii la noi în țară - centrala hidroelectrică Moroieni (1949 - 1952); șef de proiect al centralei hidroenergetice Bicaz (1950 - 1960); coordonator al lucrărilor de amenajare hidroenergetică a Bistriței aval prin cele 12 hidrocentrale, precum și pentru hidrocentrala Lotru (1959 - 1965), iar între anii 1963 - 1970 șef de proiect complex al sistemului hidroenergetic și de navigație Porțile de Fier I.

În paralel cu activitatea de proiectare în domeniul hidroenergetic, prof. Alex. Diacon a desfășurat și o activitate valoroasă în învățămîntul superior. În anul 1948 a fost numit asistent la Catedra de rezistență la

Institutul de Construcţii Bucureşti, titular fiind acad. prof. Aurel Beleş. În anul 1950 a fost numit şef de lucrări la cursul de Construcţii masive în cadrul aceluiaşi institut.

Din anul 1950 şi pînă în prezent este cadru didactic la Institutul Politehnic Bucureşti, Facultatea de Energetică, unde a predat cursurile de studii şi cercetări hidroenergetice, baraje şi construcţii tehnice, instalaţii hidroenergetice, construcţii hidroenergetice, hidraulică tehnică şi staţii de pompare.

A fost promovat de la şef de lucrări (1950) la conferenţiar (1952) (conferenţiar titular în 1966), profesor titular (1972).

În anul 1972 a obţinut titlul ştiinţific de doctor inginer cu lucrarea *"Calculul termoelastic al galeriilor şi puţurilor forate"*.

A lucrat în numeroase organisme tehnico-ştiinţifice dintre care menţionăm:

- Comisia mixtă de avizare a proiectelor în cadrul comisiei mixte româno-bulgare pentru complexul hidrotehnic Turnu Măgurele - Nicopol (preşedinte al părţii române);
- Comisia de urmărire a comportării obiectivelor hidrotehnice şi a termocentralelor din cadrul MEE şi apoi RENEL (din anul 1972 pînă în prezent, în calitate de preşedinte);
- Comisia de expertiză pentru investiţiile din domeniul energiei electrice, minelor şi gospodăririi apelor (1974 - 1977) etc.

Animat permanent de o puternică dragoste de profesie, considerînd că: *"profesia trebuie să o faci cu plăcere, să găseşti în rezultatele ei satisfacţia supremă care apropie prin creaţie inginerul de artist şi ridică omul pe o treaptă superioară în ierarhia valorilor umane"*, prof. Alexandru Diacon şi-a închinat fără rezerve întreaga activitate introducerii noului în tehnică, progresului tehnicii, pregătirii a numeroase generaţii de specialişti în domeniul hidroenergetic.

Prof. Alex. Diacon a lucrat întotdeauna exemplar, dar a cerut şi colaboratorilor săi trăinicia lucrului bine făcut, opere bine gîndite, durabile.

Deosebita sa competenţă profesională se completează cu o mare putere de muncă, cu dragoste de profesie şi talent, exercitînd o influenţă puternică asupra specialiştilor din domeniu.

De o rară inteligenţă, sincer, modest, demn, acesta este profesorul, inginerul şi omul Alexandru Diacon, ajuns la cea mai înaltă treaptă a competenţei profesionale.

La această frumoasă aniversare îi urăm din inimă domnului prof.dr.ing. Alexandru Diacon, să trăiască ani mulţi în deplină sănătate, o viaţă fericită şi deplină energie creatoare.

Aceasta spre binele şi satisfacţia sa şi a tuturor celor ce-l preţuiesc şi stimează, în folosul energeticii româneşti.

Dr. ing. Vasile Mustaţă

CONTENTS

EDITORIAL 103

HEAT SUPPLY

VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU, ION SOTIR DUMITRESCU: Analysis on the basis of the overall energy efficiency of the steam co-generation plants 104-112

THERMAL POWER PLANTS

CONSTANTIN NEAGA: Optimizing the steam generators construction having reduced rated parameters 113-116

IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU, FLORIANA STOIAN: Several considerations on ABA 2,1 boiler construction and operation. Noxiousness removing in flue gases by SNCR process by ammonia injection 117-124

CHEMICAL TECHNOLOGIES IN ENERGETICS

AURELIA BOLMA, MARIETA OPREA, VIRGIL BĂDESCU, MIHAI RADU, ELEONORA CERBU: Identification of the organic impurifying agents within the steam generators thermal circuit by mass spectrometry and gas chromatography 125-128

ENERGY IN ENTERPRISES

NICOLAE LEONĂCHESCU, EMANUEL DARIE : Theoretical considerations on breaking processes energetics 129-131

EVENTS

GABRIEL ROMAŞCU, ION MARCU : Symposium "Coal use technologies", Helsinki, May 10 - 13 1994 132-134

MARIA ANGHEL, ELEONORA ATAMAN, GABRIEL ROMAŞCU : UNIPEDE Conference "Energy generation in the thermal power plants and the environment impact", Hamburg, September 1 - 3, 1994. 135-137

ENERGY WORLDWIDE 138

REVIEWS

GEORGE CHERCEA: Effenberger, H. Dampferzeuger-2. durchges. Auflage (Steam generators, the 2nd reviewed edition) 139-141

EUGENIU PAVEL: Termotehnica review 141-142

DE PERSONIS 131 ,145-146

INHALT

LEITARTIKEL 103

WÄRMEVERSORGUNG

VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU, ION SOTIR DUMITRESCU : Analyse der Dampf-Heizwerke aufgrund des globalen Wirkungsgrads 104-102

WARMEKRAFTWERKE

CONSTANTIN NEAGA: Optimisierung des Baus von Dampferzeugern mit reduzierten Nominalparametern. 113-116

IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU, FLORIANA STOIAN: Einige Bemerkungen betreffend den Bau und Betrieb des ABA 2.1.- Kessels. Entgiftung der Abgase mit Hilfe des SNCR-Verfahrens mit Ammoniak-Einspritzungen 117-124

CHEMISCHE TECHNOLOGIEN IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

AURELIA BOLMA, MARIETA OPREA, VIRGIL BĂDESCU, MIHAI RADU, ELEONORA CERBU: Identifizierung der organischen Verunreinigungen im Wärmekreislauf der Dampferzeuger mit Hilfe von Massenspektroskopie und Gaschromotografie 125-128

ENERGIEWIRTSCHAFT IN ÖKONOMISCHEN BETRIEBEN

NICOLAE LEONĂCHESCU, EMANUEL DARIE: Theoretische Bemerkungen betreffend die Energetik der Bremsprozesse 129-131

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

GABRIEL ROMAŞCU , ION MARCU : Das Symposion "Verwendungstechnologien für Kohle", Helsinki, 10-13 Mai 1993 132-134

MARIA ANGHEL, ELEONORA ATAMAN, GABRIEL ROMAŞCU: UNIPEDE-Konferenz "Energieherstellung in Heizkraftwerken und Umwelt", Hamburg, 1 - 3 September 1993 135-137

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT WELTWEIT 138

BUCHBESPRECHUNGEN

GEORGE CHERCEA: Effenberger, H. Dampferzeuger - 2. durchges. Auflage 139-141

EUGENIU PAVEL : Die Zeitschrift Termotehnica 141-142

DE PERSONIS 131, 145-146

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 103

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ
Виктор Атханасович, Кристиан Рэдукану, Ион Сотир Думитреску: Анализ паровых ТЭЦ на основе суммарного энергетического КПД 104-112

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
Константин Неага: Оптимизация конструкции парогенераторов с уменьшенными номинальными параметрами 113-116
Иоана Ионел, Корнел Унгуряну, Флориана Стоян: Некоторые соображения по изготовлению и работе котла AEA 2.I. удавление вредных весчеств из дымовых газов способом СНКР впрыском аммиака 117-124

ХИМИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ
Аурелия Болма, Мариета Опреа, Вирджил Бэдеску, Михай Раду, Елеонора Корбу: Идентификация органических загрязнителей в тепловом контуре паровых генераторов путем масс-спектрометрии и газовой хроматографии 125-128

ЭНЕРГЕТИКА В ПРОМЫШЛЕНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ
Николае Леонэкеску, Эмануел Дарие: Теоретические соображения по энергетике тормозных процессов 129-131

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ
Габриел Ромашку, Ион Марку: Симпозиум "Технолгии применения угля", Хельсинки, 10-13 мая 1993 г. 132-134
Мария Ангел, Элеонора Атаман, Габриел Ромашку: Конференция УНИПЕДЭ "Производство энергии в теплоэлектростанциях и окружающая среда", Гамбург, 1 - 3 сент. 135-137

ИЭ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 138

РЕЦЕНЗИИ
Джеордже Керча: Паровые генераторов (Второе пересмотренное издание) 139-141
Эудженю Павел: Журнал "Термотехника" 141-142

DE PERSONIS 131, 145-146

SOMMAIRE

EDITORIAL 103

L'ALIMENTATION EN CHALEUR
VICTOR ATHANASOVICI, CRISTIAN RĂDUCANU, ION SOTIR DUMITRESCU: L'analyse sur la base du rendement énergétique global des centrales électriques de cogénération a vapeur 104-112

CENTRALES THERMIQUES
CONSTANTIN NEAGA: L'optimisation de la construction des générateurs a vapeur avec des parametres nominaux réduits 113-116
IOANA IONEL, CORNEL UNGUREANU, FLORIANA STOIAN: Quelques considérations sur la construction et le fonctionnement de la chaudiere ABA 2.1. L'élimination des substances nuisibles des fumées par le procédé SNCR avec injection d'ammoniaque 117-124

CHIMIE EN ENERGETIQUE
AURELIA BOLMA, MARIETA OPREA, VIRGIL BĂDESCU, MIHAI RADU, ELEONORA CERBU: L'identification des impurificateurs organiques dans le circuit thermique des générateurs a vapeur par la spectrométrie de masse et la chromatographie gazeuse 125-128

L'ENERGIE DANS L'ENTREPRISE
NICOLAE LEONĂCHESCU, EMANUEL DARIE: Considération théoriques sur l'énergétique des processus de freinage 129-131

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES
GABRIEL ROMAŞCU, ION MARCU: Le Symposium sur "Les techniques d'utilisation du charbon", Helsinki, 10 - 13 mai 1994 132-134
ARIA ANGHEL, ELEONORA ATAMAN, GABRIEL ROMAŞCU: La conférence UNIPEDE sur "La production de l'énergie dans les centrales thermiques et l'environnement", Hamburg, 1 - 3 septembre 1994 135-137

L'ENERGIE DANS LE MONDE 138

COMPTES RENDUS
GEORGE CHERCEA: Effenberger, H. Dampferzeuger - 2. durchges. Auflage (Générateurs de vapeur, deuxieme édition revue) 139-141
EUGENIU PAVEL: La revue Termotehnica 141-142

DE PERSONIS 131, 145-146

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

CNE '94

Conferința Națională a Energiei
National Energy Conference
Conference Nationale de l'Energie

JUNE 13-16, 1994
NEPTUN ROMANIA

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI MODERNIZĂRI ENERGETICE împreună cu :
- Institutul de Studii şi Proiectări Energetice - I.S.P.E.
- Institutul de Studii şi Proiectări Hidroenergetice - I.S.P.H.
- Institutul de Cercetări Nucleare - I.C.N. Piteşti
- Filiala Reţele Electrice - F.R.E. Constanţa
- Universitatea Politehnică Bucureşti - U.P.B.

organizează, în staţiunea Neptun de pe litoralul Mării Negre, în perioada 13 - 16 iunie 1994

CONFERINŢA NAŢIONALĂ A ENERGIEI - C.N.E.'94

Conferinţa Naţională a Energiei a devenit o manifestare ştiinţifică de prim rang a energeticienilor români.

Ultima ediţie, organizată în iunie 1992, în staţiunea Neptun, a constituit o reuşită de prestigiu sub aspectul tematicii abordate, al discuţiilor şi propunerilor făcute, al numărului de participanţi şi al organizării.

Ecourile acestei manifestări ştiinţifice româneşti s-au propagat la mari distanţe, ele fiind receptate şi apreciate în paginile unor prestigioase publicaţii ştiinţifice de specialitate în domeniul energiei.

Această reuşită oblibă organizatorii ediţiei din anul 1994 să asigure condiţii cel puţin egale cu cele din ediţia anterioară.

Conferinţa Naţională a Energiei, C.N.E.'94, ediţia 1994 se va desfăşura sub genericul **"CĂTRE O EFICIENŢA DURABILĂ A ENERGIEI ÎN ROMÂNIA"** şi va fi organizată pe următoarele 11 secţiuni de larg interes tehnico-ştiinţific şi socio-profesional:

Secţia I: Politici energetice, conservarea energiei şi impactul asupra mediului înconjurător
Secţia II - Sisteme informatice şi informaţionale de proces, gestiune şi conducere
Secţia III - Atingerea de către Sistemul Energetic Naţional a standardelor tehnice şi tehnologice UCPTE privind exploatarea, funcţionarea şi conducerea sistemului
Secţia IV - Retehnologizarea centralelor termoelectrice pentru creşterea duratei de viaţă şi reducerea costurilor
Secţia V - Tehnologii avansate pentru producerea energiei electrice şi termice
Secţia VI - Tehnologii avansate pentru transportul şi distribuţia energiei electrice
Secţia VII - Energia nucleară
Secţia VIII - Hidroenergetica şi utilizarea complexă a apei
Secţia IX - Tehnologii de întreţinere predictivă şi preventivă
Secţia X - Relaţia furnizor-consumator în economia de piaţă
Secţia XI - Managementul resurselor umane

S-au primit deja confirmările de participare din partea unui mare număr de specialişti din ţară şi străinătate, interesaţi în dezbateri tehnico-ştiinţifice şi stabilirea unor contacte de afaceri profitabile pentru toţi cei interesaţi.

Ediţia a II-a a C.N.E., în afara celor 11 secţii, mai pune la dispoziţia celor interesaţi următoarele manifestări tehnico-ştiinţifice:

- **Mese rotunde** cu tematica în profilul conferinţei conduse de personalităţi (moderatori) cu activitate profesională recunoscută;
- **Standuri tematice** (3 x 4) în cadrul unei expoziţii special amenajate;
- Protecţia de **filme tehnice** de 16 sau 35 mm şi de casete video în special amenajate;
- **Vizite tehnice şi turistice** în timpul şi după conferinţă;
- Un **program social** deosebit de interesant atît pentru participanţi, cît şi pentru persoanele însoţitoare.

C.N.E.'94 este susţinută de un mare număr de unităţi de profil din ţară şi străinătate, care şi-au manifestat interesul de a obţine calitatea de SPONSOR al conferinţei, lista acestora rămînînd deschisă.

SUNT INVITAŢI : specialişti din România şi străinătate interesaţi în problemele energeticii româneşti în perioada de tranziţie şi de consecinţele în evoluţia economică a României .

Relaţii suplimentare privind detaliile de organizare şi participare se pot obţine la: ICEMENERG, Bd. Energeticienilor nr.8, 79619 Bucureşti 3, telefoane: 321.44.65; 321.41.70; fax: 321.10.10; telex:10783 icce r.

VICEPRESEDINTE
AL COMITETULUI DE CONDUCERE

REGIA AUTONOMĂ DE ELECTRICITATE

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI MODERNIZĂRI ENERGETICE

Bd. Energeticienilor 8, 79619 Bucureşti Romania. tel (4-01) 321 4465, fax (401) 321 10 10 telex 10783 icce r

ABB Energoreparaţii România este prima societate mixtă a Grupului ABB în România.

Ea îmbină o experienţă de peste 40 de ani a Intreprinderii Energoreparaţii în servirea sistemului energetic naţional cu tehnologia de vîrf a Grupului ABB.

Oferta noastră cuprinde:

- **Execuţia de piese şi subansamble de schimb** pentru echipamentele din centralele energetice şi de termoficare: turbine cu abur, generatoare electrice, cazane de abur, echipamente aferente gospodăriei de combustibil, motoare electrice de 6KV, etc.
- **Reabilitări de grupuri energetice** din centralele termoelectrice, recondiţionări de piese şi subansamble, reparaţii de echipamente energetice.
- **Servicii şi lucrări uzinale şi de teren** utilizînd aparatură de ultimă oră: măsurători şi analize de vibraţii, echilibrări dinamice pentru rotorii de turbină şi ventilatoare, echilibrări de maşini rotative în funcţionare, lucrări de montaj şi punere în funcţiune a echipamentelor reparate de societate, analize chimice, încercări mecanice, analize metalografice şi alte lucrări de laborator, elaborarea de documentaţii tehnice legate de întreţinerea, repararea şi reabilitarea centralelor energetice.

ABB Energoreparaţii exportă produse şi execută lucrări în ţări din Europa, Asia şi Africa.

Vă invităm la cooperare!

SERVICIILE NOASTRE

LA DISPOZIŢIA DUMNEAVOASTRĂ

1994 AUG 05

ABB Energoreparaţii România
Bd.Energeticienilor 13-15
sect.3, Bucureşti - România
Cod 74568
Telefon: +401 322 50 64 ÷ 69
Fax: +401 321 09 47; +401 321 51 31
Telex: 065 12 012 ABBER

ABB

E 2039

seria A

iulie - august 1994

energetica

4

S.C. - A.E.M. - S.A.
Calea Buziaşului nr.26
1900 Timişoara

tefon: 056 - 16.45.07/173;149
telex: 71343
fax: 056 - 19.09.28

Oferă la preţuri avantajoase:

- contoare electrice monofazate
- contoare electrice trifazate
- contoare electrice trifazate cu generator de impulsuri
- contoare electrice trifazate cu indicator de maxim
- sistem de calcul al erorii contoarelor ERRORREX
- aparate de măsură analogice pentru curent continuu şi alternativ
- traductoare şi regulatoare electronice
- multimetre analogice
- aparate şi dispozitive pentru autovehicule
- contoare de apă rece şi caldă pentru apartamente, de 1,5 m^3/h
- contoare de apă rece şi caldă pentru imobile, de la 1,5 m^3/h la 15 m^3/h
- contoare industriale, tip Woltmann, pentru apă rece, apă caldă şi apă fierbinte, cu D_n de la 50 la 150 mm

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

ANUL 42 | NR.4, SERIA A | IULIE - AUGUST 1994

ISSN 1220 – 5133

Număr special
"Costurile măsurilor antipoluante în energetica românească, pe termen scurt şi în perspectivă"

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca de exemplu:
- **Diaru pentru vulgarizarea ştiinţeloru naturale şi fizice (1870 - 1882);**
- **Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);**
- **Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);**
- **Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);**
- **Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)**

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :
- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

EDITORIAL 151

CORNEL MOŢIU: Masă rotundă cu tema "Costurile depoluării în energetică" 152
CĂLIN MIHĂILEANU: Unele aspecte ale acţiunilor normative întreprinse pe plan naţional în diferite ţări pentru combaterea poluării atmosferice 153-156
DUMITRU MANEA: Perspectiva introducerii în tarife a "eco-taxelor" 157-161
GHEORGHE MANEA: Pădurea în ecuaţia efectului de seră - cazul României 162-168
ELEONORA ATAMAN: Desulfurarea gazelor de ardere de la cazanele ce ard păcură şi gaze naturale 169-173
GEORGETA HRISTESCU, CARMEN CONDREA, ECATERINA ZISSULESCU, RODICA MACARIE: Tehnologii de desulfurare 174-181
LIVIU DRAGOŞ, ALEXANDRU SAVU: Desulfurarea umedă, cu calcar, a gazelor de ardere provenind de la cazane funcţionînd pe păcură, cărbune sau mixt 182-184
ELISABETA PĂSCULETE, GABRIEL ANGHELIDIS, CORNELIA COMŞA: Tehnologii moderne pentru îndepărtarea NO_x din gazele de ardere ale centralelor care folosesc combustibili solizi 185-192
CĂLIN MIHĂILEANU: Concluzii la masa rotundă "Costurile depoluării în energetică" 193

DIN ENERGETICA ROMÂNEASCA 156
RECENZIE
CĂLIN MIHĂILEANU : Paul Cartianu "Nicolae Carantil" 168
PUBLICAŢII NOI
Natural Resources and Energy: Non-Dissipation and Management 192
MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE
MAGDALENA MATEI: A doua Conferinţă a Institutului Mondial al Cărbunelui (WCI) 194-198
VLADIMIR CONSTANTINESCU, SORIN UNGUR: 90 de ani în slujba consumatorilor 198-200
COSTIN RUCĂREANU: Sesiunea ştiinţifică a Comisiei de Energetică a Academiei Române 200-202
DIN ENERGETICA MONDIALĂ
COSTIN MOŢOIU: Date şi informaţii legate de sistemul electroenergetic german 203-205
INFORMAŢII
Al 16-lea Congres al Consiliului Mondial al Energiei - Tokio '95 206

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

BIROUL DE REDACŢIE : dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTIN CU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - sec ar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. Vladimir CONSTANTINESC prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; ing. Ioan GANEA

MEMBRI: dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORES ; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; dr. ing ornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. G orghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing arius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin PO SCU; dr. ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; ing. Petre POSTOLACEHE; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. abriel ROMAŞCU; dr. ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULEAC; dr. ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251
Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Coperta I: CET Paroşeni

Tiparul executat la ICEMENERG

În mod tradițional revista Energetica și-a bazat activitatea de selectare și structurare a numerelor sale pe baza ofertei specialiștilor din domeniu, utilizînd drept criteriu de decizie, referatele de acceptare întocmite de membrii Colegiului de redacție și de specialiștii asociați invitați.

Revista și-a schimbat în ultimul timp maniera de selectare și organizare a conținutului său folosind experiența unor reviste de specialitate consacrate. Schimbările au constat în principal în organizarea de numere tematice și mai ales în modificarea modului de selectare a articolelor, selectare realizată în cadrul unor mese rotunde cu participarea referenților și a specialiștilor invitați.

La ultima reuniune a Colegiului de redacție s-a hotărît ca noile schimbări să constituie în mod definitiv, modul de lucru al revistei. Aceasta înseamnă că, pentru fiecare număr, conținutul se va stabili prin discutarea articolelor propuse în prezența autorilor, referenților și a specialiștilor invitați, organizîndu-se fie mese rotunde tematice, fie numai întîlniri de selectare cu autorii.

Pentru organizarea activității revistei, Biroul de redacție va stabili, pe baza propunerilor membrilor Colegiului, conținutul tematic pentru anul următor, conținut care va fi publicat în penultimul număr al revistei. Pentru o mai bună cunoaștere a procedurii de selectare a articolelor vă transmitem următoarele:

- articolele se trimit la revistă după aceeași procedură ca și pînă în prezent, repartizîndu-se pentru fiecare articol un referent de specialitate

- Biroul de redacție, în conformitate cu planul tematic al revistei, va propune conținutul tematic al numerelor pe baza ofertelor autorilor

- pentru selectarea articolelor se organizează mese rotunde sau reuniuni de selectare, procedura propusă fiind următoarea:

- *prezentarea sintetică de către autor a conținutului articolului*
- *susținerea de către referentul de specialitate a propunerii făcută în referatul de acceptare*
- *discutarea conținutului de către specialiștii invitați prin comentarii și întrebări adresate autorilor*
- *prezentarea răspunsurilor de către autor*

- redactorul responsabil adjunct care a organizat întîlnirea va pregăti propunerea de conținut, propunere care va fi discutată și confirmată în cadrul Biroului de redacție.

Acest număr este un exemplu de organizare în maniera prezentată. Sperăm ca pornind de la acest număr și analizînd propunerea noastră de organizare să ne contactați și să ne transmiteți sugestiile dumneavoastră.

Redactor-șef adjunct,

Prof. dr. ing. DUMITRU CEZAR IONESCU

Masă rotundă

"COSTURILE DEPOLUĂRII ÎN ENERGETICĂ"

Revista Energetica, împreună cu Comisia de Energetică a Academiei Române, Institutul de Cercetare și Proiectare Echipamente Termoenergetice, Facultatea de Energetică și Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice au organizat în ziua de 06.05.1994 masa rotundă "Costurile depoluării în energetică". Gazda acestei manifestări a fost Facultatea de Energetică, iar domnul prof. dr. ing. Dumitru Cezar Ionescu, redactor-șef adjunct, a condus lucrările în calitate de moderator.

Scopul mesei rotunde a fost de a discuta între specialiști problemele protecției mediului ambiant. Articolele conținute în prezentul număr dedicat costurilor depoluării, reprezintă o selecție a principalelor lucrări discutate.

Aceste lucrări au fost împărțite în două secțiuni:

- probleme generale ale protecției mediului;

- tehnologii de depoluare.

În secțiunea "Probleme generale ale protecției mediului", lucrările prezentate au abordat aspecte legate, pe de o parte, de acțiunea normativelor pentru combaterea poluării atmosferei și oportunitatea introducerii eco-taxelor, iar, pe de altă parte, unele priorități în combaterea poluării mediului datorită arderii combustibililor clasici, completate de considerații privind poluarea estetică și contribuția pădurilor la acțiunile de depoluare.

La această primă parte a dezbaterilor au intervenit cu întrebări și comentarii: Gleb Drăgan (Academia Română), Dorin Cristescu(UPB), Gheorghe Manea (ICE), Eugeniu Pavel (revista Energetica), Gabriel Popescu, Dumitru Manea, (RENEL), Serena Adler (MAPPM), Laurențiu Goia, Gabriel Poenaru, Călin Mihăileanu, Magdalena Matei, Anton Roșu (ICEMENERG), Alexandru Artino (ICPET), Alexandru Poeată (UP Iași), Ion Manciu.

În secțiunea "Tehnologii de depoluare" lucrările au urmărit, în principal, posibilitățile de producere a energiei în condițiile unor emisii reduse de poluanți: s-au abordat atît procedeele de acum "clasice" de reducere a oxizilor de sulf și de azot, cît și cele de ardere în pat fluidizat circulant.

Intervențiile și întrebările, comentariile legate de cea de-a doua parte a lucrărilor s-au datorat participanților: Eleonora Ataman, Dan Golici, Magdalena Matei, Anton Roșu (ICEMENERG), Gabriel Popescu (RENEL), Gheorghe Manea (ICE), Eugeniu Pavel (revista Energetica), Gheorghe Nistor, Rodica Macarie (ICPET), Corneliu Ungureanu (U.P. Timișoara).

Prin publicarea lucrărilor în revistă concluziile principale ale mesei rotunde vor fi puse la dispoziția tuturor celor interesați, inclusiv factorilor de decizie, în vederea adoptării unor măsuri corespunzătoare bazate și pe cele mai recente informații privind costurile depoluării.

CORNEL MOȚIU
Membru al Colegiului de redacție al revistei Energetica

Se expun elementele legislative şi normative ale strategiilor, metodelor şi acţiunilor întreprinse în diferite ţări pentru combaterea poluării atmosferice.

The legislative and regulating elements of the strategies, methods and actions undertaken by different countries for fighting against atmosphere pollution, are presented.

UNELE ASPECTE ALE ACŢIUNILOR NORMATIVE ÎNTREPRINSE PE PLAN NAŢIONAL ÎN DIFERITE ŢĂRI PENTRU COMBATEREA POLUĂRII ATMOSFERICE

Dr. ing. CĂLIN MIHĂILEANU*

Descriptori : normativ, poluare atmosferică

I. Noţiuni folosite în lupta împotriva poluării atmosferice. Definiţii. Strategii

Nivel critic reprezintă concentraţia de poluanţi prezenţi în atmosferă, *deasupra* căreia pot apărea efecte adverse asupra receptorilor, precum plante, ecosisteme sau materiale, în conformitate cu nivelul cunoştinţelor actuale.

Sarcină critică este estimarea cantitativă a unei expuneri la unul sau mai mulţi poluanţi *sub* care nu apar efecte dăunătoare semnificative asupra unor elemente specifice sensibile ale mediului, în conformitate cu nivelul cunoştinţelor actuale.

Procedeul sarcinii critice constă în elaborarea unor strategii optimizate de combatere a poluării, prin care se obţin reduceri diferenţiate ale emisiilor pe baza unor valori critice determinate în mod ştiinţific.

Nivel şi sarcină obiectiv este valoarea concentraţiei şi a depunerilor, care are în vedere nu numai sensibilitatea mediului, ci şi consideraţii tehnice, sociale, economice şi politice valabile într-o anumită ţară.

Nivel şi sarcină prezentă este estimarea cantitativă a valorilor concentraţiei şi depunerilor existente într-un anumit an.

Hărţi de depăşire sînt reprezentări ale diferenţelor dintre nivelurile şi sarcinile prezente şi cele critice.

II. Procedee folosite pe plan internaţional în lupta împotriva poluării atmosferice

Obiectivul urmărit prin aplicarea "procedeului sarcinii critice" constă în reducerea emisiilor de poluanţi, diferenţiat de la ţară la ţară, pe baza unor negocieri bazate pe efectele poluanţilor atmosferici şi nu pe alegerea unor reduceri procentuale ale emisiilor identice pentru toate ţările.

Scopul urmărit este de a se reduce emisiile de substanţe poluante, oriunde este posibil, cu eficienţă economică, la niveluri la care, în final, sarcinile critice să nu fie depăşite. Un astfel de obiectiv general se poate să nu fie atins peste tot şi dintr-o dată, ca urmare a unor restricţii economice, tehnologice sau de altă natură . În consecinţă este necesară adoptarea unei strategii graduale.

O atare strategie etapizată şi diferenţiată poate fi aplicată fie prin stabilirea unor sarcini obiectiv care să fie revizuite periodic pe plan naţional şi internaţional, fie prin iniţierea de negocieri directe pe baza sarcinilor critice şi prezente, de îndată ce devin cunoscute şi disponibile.

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice Bucureşti

Pentru punerea în practică a măsurilor de reducere a emisiilor pînă la valorile stabilite, ţările pot fie să aplice cele mai bune tehnologii disponibile (BAT - Best Available Technologies), fie să acţioneze în direcţia creşterii randamentelor energetice şi a conservării energiei.

Un stadiu acceptat în procedeul sarcinii critice este stabilirea unor sarcini obiectiv plecînd de la sarcinile critice, dar luînd în consideraţie factorii reali economici, tehnologici, sociali şi politici.

Un procedeu alternativ faţă de cel al sarcinii critice este procedeul bazat pe BAT. Acesta constă în adoptarea, cel puţin la noile surse de poluare, a BAT, indiferent de sarcinile critice şi obiectiv. Acest procedeu, bazat pe BAT, este anticipativ, întrucît presupune ca emisiile şi depunerile să fie reduse cît mai mult şi cît mai repede posibil.

III. Strategii naţionale

Austria. Măsuri adiţionale pentru reducerea de NO_X şi VOC (componente organice volatile) au fost adoptate în iunie 1991. În urma acestor măsuri emisiile de NO_X din 1985 vor fi reduse cu 3 - 45 % în 1996, cu 56 - 66 % în 2001 şi cu 54 - 66 % în 2006. Se aşteaptă ca emisiile de VOC din 1985 să fie reduse cu 34 - 40 % în 1996, cu 49 - 55 % în 2001 şi cu 52 - 58 % în 2006.

Cehia şi Slovacia. În aprilie 1991 a fost aprobat un program comun pentru protecţia mediului, ce include subprograme pentru protecţia atmosferică.

Finlanda. A fost adoptată o hotărîre de principiu în ianuarie 1991 de a reduce emisiile de sulf din 1980 cu 80 % pînă în anul 2000. Obiectivul urmărit este situarea sub sarcinile critice pentru sulf.

Olanda. Programul Naţional pentru Protecţia Mediului, care conţine obiective şi măsuri pînă în 2000, este în desfăşurare, în timp ce se pregăteşte programul în continuare pentru perioada 2000 - 2010.

Polonia. În septembrie 1991 guvernul a adoptat versiunea ameliorată a Politicii Naţionale pentru Mediu, care include obiective pe termen scurt, mediu şi lung privind controlul poluării atmosferice.

Suedia. Pentru emisiile de sulf obiectivul este o reducere cu 80 % a valorilor din 1980 pînă în anul 2000. Se planifică reducerea NO_X cu 30 % şi a emisiilor de amoniac cu 25 % pînă în 1985. La VOC se prevede reducerea nivelurilor din 1988 cu 50 % pînă în 2000. Suedia este activă pentru realizarea unui program comun cu alte ţări ale Uniunii Europene şi AELS privind stabilizarea emisiilor de CO_2 pînă în anul 2000.

Elveţia. În februarie 1991 a fost adoptat planul "Energie 2000": scopul său este de a stabili consumul de combustibili solizi între 1990 şi 2000.

Rusia. Există propuneri pentru o reducere cu 30 % a VOC pînă în anul 2000, faţă de nivelurile din 1987/88.

SUA. A fost elaborată şi se implementează o strategie cuprinzătoare de aplicare a amendamentelor la Legea aerului curat (CAAA = Clean Air Act Amendments) din 1990. Rezultatele aşteptate în final:

- reducere cu 25 Mt/an a poluanţilor atmosferici;
- reducere cu 50 % a emisiilor de SO_2 ;
- reducere cu 75 % a emisiilor de poluanţi atmosferici nocivi;
- reduceri substanţiale ale volumelor de poluanţi emişi de autovehicule, uzine, centrale electrice;
- reducerea efectelor nocive asupra lacurilor, cursurilor de apă, parcurilor naţionale, pădurilor şi altor ecosisteme.

IV. Sarcini critice: combustibili, standarde pentru emisii

Cîteva exemple:

În **Canada** sarcina obiectiv de 20 kg/ha şi an de depuneri de sulfat uscat a fost reevaluată, în sensul că, dacă ea este potrivită şi acceptată pentru unele regiuni, pentru altele, mai sensibile, doar o sarcină pe jumătate poate fi suportată. Pentru nitraţi se efectuează cercetări în vederea stabilirii sarcinilor critice.

În **Danemarca** sarcina obiectiv a fost fixată la valoarea de 5 kg/ha şi an pentru depunerile de sulf.

În **Ucraina** conţinutul maxim de sulf este de 2 % în combustibilul lichid uşor şi 3,5 % în cel mijlociu. În zonele industriale intens poluate se fososeşc numai combustibili uşori.

X

X X

În **Danemarca** benzina fără plumb acoperă

2/3 din piață, în **Irlanda** doar 1/4, iar în **Norvegia** 36 %. În **Rusia** și **Ucraina** se depun eforturi pentru a face ca acest tip de benzină să poată fi găsit pe arterele internaționale.

Finlanda. În martie 1991 au fost fixate standarde pentru emisiile de NO_X mergînd de la 50 la 180 mg NO_2/ MJ la cazane noi și turbine cu gaze, în funcție de combustibil și tip de cazan, mărimea cazanului și anul de fabricație. La centralele existente pe păcură, mai mari de 100 MW, standardul a fixat valori de 80 pînă la 230 mg NO_2 / MJ, în funcție de sortul de păcură și tipul de arzătoare de atins în 1995.

Germania. Un act normativ, emis mai demult, dar intrat în vigoare la finele anului 1990, fixează limite standardizate pentru SO_2, NO_X, VOC și, în special, pentru substanțele deosebit de toxice (cum sînt dioxinele și furanii), la incineratoare de deșeuri și alte materiale combustibile similare. Standardele sînt obligatorii imediat pentru instalații noi și de la finele anului 1996 pentru cele existente.

Olanda. Acte normative și convenții între Regia Națională de Electricitate și Ministerul Mediului erau în curs de definitivare; prin aplicarea acestora se scontează reduceri suplimentare cu 10000 t de SO_2 și 5000 t NO_X în anul 2000.

Suedia. La unități energetice mai mari de 500 MW emisiile de SO_2 și NO_X nu pot depăși, fiecare, 30 mg/MJ de combustibil ars (ambele exprimate în unități de masă echivalente de NO_2), ca valori medii anuale.

SUA. Acțiuni numeroase de standardizare în materie de emisii au fost și sînt întreprinse în continuare, pe un front foarte larg.

V. Stimulente și sancțiuni

O primă categorie o constituie subsidiile, împrumuturile în condiții avantajoase, reducerile de impozite și scutiri de vamă.

Exemple: Bulgaria, Olanda, Norvegia, Portugalia, Suedia.

O categorie aparte o constituie taxarea specială și diferențiată a combustibililor. Astfel:

În **Danemarca,** pentru folosirea unei motorine cu mai puțin de 0,05 % conținut de sulf, se obține o returnare de impozite, din iulie 1991.

În **Olanda**, tot din iulie 1991, la motorină se aplică un impozit crescut considerabil.

În **Norvegia** , guvernul a aprobat introducerea, începînd din noiembrie 1991, a unei taxe pe carbon, aplicată la produse petroliere și gaze naturale, care se adaugă la cele care erau deja existente pentru sulf, plumb și altele. Totodată diferența de impozite între benzina cu și cea fără plumb a fost mărită.

În **Suedia**, începînd cu ianuarie 1991, se percepe o taxă de 34 ECU pe tona de CO_2 și 4100 ECU pe tona de sulf, aplicate în prețurile combustibililor. Dacă la combustie sînt aplicate instalații de depoluare (de exemplu, desulfurare gaze arse care funcționează), se pot recupera taxele sus-arătate. Au fost aplicate termene etapizate de aplicare pentru a stimula adaptarea la combustibili mai puțin poluanți. Ca reacție, au fost constatate chiar *înainte* de intrarea în vigoare, mișcări pe piața combustibililor în sens favorabil depoluării atmosferei.

În **Elveția** o legislație asemănătoare era în curs de pregătire.

În materie de sancțiuni contravenționale se citează exemplele Bulgariei, Cehiei, Slovaciei, Danemarcei, Suediei, Elveției, Ucrainei.

În **Danemarca** se aplică o amendă de 100 DKr pe tonă de CO_2 emisă peste norme.

În **Suedia**, 5700 ECU/tonă NO_2 s-a introdus începînd cu ianuarie 1992.

O metodă imaginată, studiată, propusă și chiar parțial aplicată experimental în SUA și Canada este comercializarea reducerilor, sub limitele admise, a emisiilor. Acțiunea comportă stabilirea unor zone de dirijare a ozonului troposferic (TOMA = Tropospheric Ozone Management Area), cu implicarea și cooperarea autorităților federale, statale și municipale în zonele puternic poluate. Principiul constă în stimularea autodotării oricărui agent poluant capabil să-și reducă emisiile *sub* valorile corespunzătoare standardelor, prin aplicarea celor mai performante tehnologii. Pentru a face acest lucru, agentul în cauză "vinde" excesul de reducere a emisiilor sale poluante altui agent poluant din zonă, care deocamdată, din diferite motive, depășește standardele. Autoritatea ia act și dă girul pentru compensarea - pe termen limitat, desigur - a unei astfel de tranzacții.

VI. Încheiere

Scopul acestei lucrări a fost cel de a stimula difuzarea de informații privind căile prospectate și

experimentate în alte ţări, privind cadrul legislativ destinat cunoaşterii ştiinţifice, stăpînirii şi, în final, jugulării fenomenelor de poluare, în general, şi a atmosferei, în special, ca în cazul lucrării de faţă.

BIBLIOGRAFIE

[1] ECE/EB. AIR/31 - *Impacts of Long - Range Transboundary Air Pollution*, United Nations New York, 1992.

[2] EB. AIR/R. 66 - *Strategies and Policies for Air Pollution Abatement, 1992*, Review - UNECE Geneva - November 1992.

[Referent de specialitate: ing. ALEXANDRU ARTINO - ICPET - S.A., Bucureşti]

(Primit la 4 aprilie 1994, acceptat la 25 aprilie 1994)

Din energetica românească

DIALOGURI PE TEME ENERGETICE

În organizarea ireproşabilă a Societăţii Române de Energetică (preşedinte dl. profesor Gleb Drăgan), a avut loc la Sediul A.G.I.R. din Calea Victoriei nr.118, sesiunea de comunicări "Dialoguri pe teme energetice", în perioada 7-8 octombrie 1993.

La lucrări au luat parte specialişti energeticieni din cadrul I.S.P.E., I.S.P.H., ICEMENERG, I.C.P.E.T. şi RENEL, alţi membri ai A.G.I.R.

În deschidere, dl. ing. Paul Cartianu a prezentat o interesantă comunicare asupra activităţii profesorului şi inginerului Constantin D. Buşilă, preşedinte al Institutului Român de Energie în perioada interbelică, după care a luat cuvîntul preşedintele S.R.E., care a prezentat principalele secţiuni care constituie sesiunea de comunicări, şi anume:

1. Energetică generală
2. Hidroenergetică
3. Centrale termoelectrice
4. Centrale nuclearoelectrice
5. Transport şi distribuţie a energiei electrice
6. Utilizarea energiei electrice

Din lucrările primei secţii s-au bucurat de interes, îndeosebi referatele:

Legea energiei în România interbelică a domnului ing. Paul Cartianu; *Energia factor cheie a economiei politice moderne de* .ing. Eugen Cuculescu, precum şi *Puncte de vedere ale reuniunilor energetice internaţionale ţinute în 1993*, prezentate de ing. Anton Roşu, director de program ICEMENERG.

La secţiunea **Hidroenergetică** au prezentat un real interes următoarele referate: *Valorificarea micropotenţialului hidroenergetic* autor ing. Romulul Sfichi şi *Analiza contribuţiei C.H.E. la rentabilizarea sectorului de producere a energiei electrice* de ing. Felix Scvorţov - director I.S.P.H., în timp ce la secţiunea **Centrale termoelectrice** cele mai vii aprecieri le-au primit: *Tehnologii avansate de conversie a energiei combustibililor fosili pe cale termodinamică*, autor dr. ing. Florin Alexe - ICEMENERG şi *Centrale termoelectrice, hidroelectrice şi nuclearoelectrice ale SER*, autor ing. Mircea Cârdu, director general al ICPET.

La secţiunea **Transport şi distribuţie a energiei electrice** s-au remarcat referatele: *Criterii noi privind sistemul de transport şi distribuţie a energiei electrice din SER* autor ing. C. Drăghicescu - ICEMENERG; *Consideraţii asupra construcţiei de staţii electrice în România în perioada 1950-1993 şi în perspectivă* ing. Dinu Voinea.

La secţiunea **Centrale nuclearoelectrice** s-au prezentat *Normele privind concepţia şi exploatarea centralelor nucleare în România*, autori . ing. L.M. Goia şi ing. M. Stefan.

În sfîrşit, la secţiunea **Utilizarea energiei electrice** s-a prezentat *Standarde de eficienţă minimă la receptoare de energie*, autori dr. ing. Jean Constantinescu şi ing.Şerban Cotenescu - ICEMENERG.

Concluzia generală a întregii sesiuni a fost aceea că reforma economică trebuie bazată pe privatizarea instalaţiilor energetice, avînd ca punct de plecare o lege a energiei cu organizarea pe bază privată a întreprinderilor.

Deci, în ansamblu această sesiune şi-a dovedit pe deplin utilitatea, tratînd problemele stringente ale energeticii româneşti. Ea a demonstrat că este absolut necesar ca astfel de sesiuni de comunicări să aibă loc la perioade cît mai scurte.

Ing. Cristian Guţă - S.C. NUCLEAROMONTAJ-S.A.

Eforturile tuturor companiilor de electricitate se îndreaptă din ce în ce mai mult către protecția mediului și îmbunătățirea eficienței energetice.

În afara eforturilor tehnice, în numeroase țări au apărut preocupări legate de introducerea unor taxe, în special pe emisiile de CO_2 care afectează implicit tarifele la energia electrică livrată consumatorilor.

Lucrarea face o trecere în revistă a tendințelor existente în acest domeniu pe plan mondial și analizează influența unor astfel de măsuri asupra evoluției în perspectivă a tarifelor la energia electrică.

PERSPECTIVA INTRODUCERII ÎN TARIFE A "ECO-TAXELOR"

Ing. DUMITRU MANEA *

The efforts of all utilities are more and more aimed at the environmental protection and energy efficiency improvement.

Besides the technical efforts, concerns related to the tax application, especially on CO_2 emissions which implicitly affect the tariffs of the electric energy supplied to the consummers, occured in many countries.

The paper analyses the world trends existing in this field, as well as the influence of such measures upon the evolution of the electric energy tariffs.

Descriptori: tarife, eco-taxe, economia energeticii

Introducere

Pînă în prezent, la nivel mondial, au fost efectuate relativ puține studii analitice privind consecințele economice ale schimbărilor climatice și implicit a adaptării tarifelor pentru principalii vectori energetici.

Se constată în același timp că în foarte multe țări, în special în cele membre ale Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OECD), în sectorul energiei electrice au fost utilizate o serie de mijloace economice în vederea reducerii poluării și creșterii eficienței energetice.

La nivelul Comunității Europene începe să se dorească utilizarea, din ce în ce mai des, a armei fiscale pentru a atinge obiectivele de protecție a mediului și în special de reducere a efectului de seră.

1. Contextul

Cu toate că nu a fost încă dovedită științific certitudinea impactului gazelor cu efect de seră asupra mediului înconjurător, prudența este cea care dictează luarea de măsuri pentru reducerea emisiilor. Aceasta este o problemă globală, contribuția sectorului electric, chiar dacă nu este neglijabilă, rămînînd în acest context relativ redusă.

În scopul reducerii emisiilor poluante, dar și pentru diminuarea consumului total de energie, s-a luat în discuție crearea unei taxe aplicate tuturor formelor de energie, în funcție de producția de gaze cu efect de seră.

Întreprinderile de electricitate sînt responsabile de calitatea serviciilor pe care le furnizează clienților, dar și de problemele de poluare a mediului și de aceea ele trebuie să vegheze în permanență ca aceștia să nu suporte, prin intermediul unor măsuri fiscale, costul unei poluări pentru care sectorul energetic nu este decît parțial responsabil.

S-a constatat, de asemenea, că cererea și consumul de energie electrică nu se diminuează substanțial odată cu creșterea prețurilor de livrare. Experții care au analizat această problemă sînt de părere că trebuie totuși găsite mijloacele de a taxa

* Serviciul Tarifare, DSDE-RENEL, București

progresiv cvasi-totalitatea gazelor cu efect de seră, avînd în vedere ponderea relativă a acestora în producerea efectului de seră pe o perioadă de 100 de ani (tabelul 1).

Tabelul 1

Tipul emisiei poluante	Ponderea relativă în efectul de seră	Durata de viață	Surse cunoscute
Gaz carbonic	61 %	lungă	da
Metan	15 %	scurtă	semnificativ
NO_x	4 %	lungă	calitativ
CFC	11 %	lungă	da
HCFC - 22	0,5 %	scurtă	da
Diverse emisii+ozon	8,5%	scurtă	calitativ

2. Principiul poluant/plătitor

Comunitatea mondială este unanim de acord cu principiul că cel care poluează trebuie să plătcască, dar aplicarea acestui principiu asupra gazelor cu efect de seră este dificilă din punctul de vedere al caracterului lor global şi al efectelor pe termen lung.

Este totuşi necesar să fie practicată, chiar parțial, o internaționalizare a costurilor externe implicate de emisiile de gaze cu efect de seră. Numai o acțiune la nivel mondial poate permite limitarea eficace a acestora.

Luînd ca punct de plecare principiul poluant/plătitor, acesta poate fi interpretat în două sensuri:

- sensul general, în care cel care poluează trebuie să plătească. Taxele percepute sînt deseori utilizate pentru a finanța deficitul bugetar. Țările în care se aplică în prezent acest tip de taxe sînt prezentate în tabelul 2, fiind notate cu B;

- sensul strict, adică cel care poluează plătește: taxele sînt utilizate pentru reducerea poluării (notate cu A în tabelul 2). În acest caz, de exemplu, taxele percepute pentru emisiile de CO_2 vor fi utilizate pentru reducerea emisiilor de dioxid de carbon şi nu pentru reducerea poluării apei.

3. Studii de caz

La nivelul țărilor europene există o multitudine de opinii referitoare la introducerea ecotaxelor.

Guvernul **Marii Britanii**, de exemplu, nu are obiecțiuni împotriva principiului introducerii acestora, estimînd ca taxa propusă pentru CO_2 /energie să diminueze emisiile cu circa 8 - 10 % pînă în anul 2000. Tipul de combustibil utilizat în centralele electrice va fi de asemenea sensibil impozitat,ceea ce ar putea duce la creşterea cu 70% a costului cărbunelui şi sub 10% a costului păcurii.

Se estimează că introducerea acestor taxe ar putea duce la o reducere a consumului total de energie electrică în Marea Britanie cu 10 % pînă în anul 2000.

În **Germania,** guvernul intenționează introducerea unei taxe de 1 phening/kWh, dar se estimează că aceasta va avea un efect antiproductiv, deoarece acest cost suplimentar poate afecta considerabil mijloacele financiare disponibile pentru retehnologizarea instalațiilor.

Tabelul 2

Tipuri de taxe utilizate pentru emisii poluante în diferite țări ale lumii

Tip taxă/ Țară	Belgia	Canada	Germania	Danemarca	Spania	Finlanda	Franța	Italia	Olanda	Suedia	Marea Britanie
SO_2							A			B	
NO_2							A			A	
CO_2				B		B			B	B	
GJ	B			B					B	B	
Apă	A		A	B					B		A
Reziduuri lichide					A				A/B		
HCl											
Reziduuri	A		A	B			A		A/B		

A = Taxele percepute sînt utilizate pentru reducerea emisiilor poluante
B = Taxele percepute sînt de obicei utilizate pentru acoperirea deficitului financiar al bugetului de stat

În **Spania,** guvernul se opune introducerii eco-taxelor, estimînd că efectul acestora ar putea să fie deplasarea industriilor mari consumatoare de energie din Spania sau chiar din Comunitatea Europeană.

Guvernul **Greciei** consideră că această taxă trebuie să conţină o puternică componentă energetică, să ţină cont de nivelul emisiei de CO_2 pe locuitor şi să ia în considerare gradul de dezvoltare economică al ţării.

În **Franţa** există temerea că introducerea unei eco-taxe poate fi insuficient direcţională şi că ar fi preferabil ca ea să fie aplicată numai emisiilor datorate arderii combustibililor fosili.

Guvernul **Olandei** este în principiu de acord cu introducerea unei eco-taxe. Această taxă ar trebui să se aplice în corelare cu taxe similare din ţările vecine şi ea nu trebuie, în orice caz, să mărească sarcina fiscală medie.

Guvernul **Irlandei,** conştient de necesitatea reducerii emisiilor de CO_2 , este totuşi împotriva introducerii unei eco-taxe.

În **Luxemburg,** guvernul este în principiu de acord cu introducerea eco-taxelor.

Concluzii

Analizele efectuate privind perspectiva introducerii în tarife a eco-taxelor arată că:

- judecînd după rezultatele obţinute pînă în prezent, se poate concluziona că o creştere a tarifelor la energia electrică nu are consecinţe spectaculoase în materie de economie de energie sau de reducere a emisiilor poluante. Datorită acestui fapt, eforturile companiilor de electricitate trebuie îndreptate în special către o politică de utilizare eficientă a energiei, prin promovarea programelor de Demand Dide Management;

- impozitarea consumului de energie poate duce la încetinirea activităţilor economice;

- promovarea investiţiilor legate de DSM constituie unul din modurile de a suscita o politică energetică raţională, chiar dacă aceste investiţii par costisitoare;

- totalitatea veniturilor obţinute pe cale fiscală nu poate fi bine redistribuită şi, de aceea, această măsură ar trebui asociată cu metodele de diminuare a costurilor fiecărei companii de electricitate.

Datorită costurilor ridicate pe plan internaţional ale măsurilor de creştere a eficienţei energetice este necesar ca aceste acţiuni să se desfăşoare simultan în ansamblul ţărilor europene.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x *Objectifs et contenu des suggestions de la Commission Europeenne comportant notamment l'hypothese d'une taxe sur l'énergie et sur la CO_2* . Europe Documents no. 1743, Bruxelles, Belgia, nov. 1991.

[2] x x x *Hause des impots sur l'energie comme moyen de reduire les emissions de CO_2: problemes et mesures corollaires,* UNIPEDE, Paris, Franţa, iul. 1991.

[3] x x x *Prise de position concernant l'utilisation de l'environnement comme moyen de taxation,* UNIPEDE, Paris, Franţa, apr. 1992.

[4] x x x *Economic Approach to Environmental Problems. What Price the Environment ?,* UNIPEDE, Paris, Franţa, febr.1994.

(Primit la 24 aprilie, acceptat la 25 mai 1994)

DISCUŢII

Ing. Vasile Rugină - ICEMENERG. Problema tratată de autor este de mare actualitate şi de o importanţă indiscutabilă, iar prezentarea sa în cadrul mesei rotunde privind costurile măsurilor antipoluante se justifică pe deplin.

În prezent problema eco-taxelor nu se pune practic în România, dar este discutată şi (în unele cazuri) aplicată în ţările Uniunii Europene. Este de aceea important de arătat că ea există.

Prezentarea studiilor de caz dă consistenţă lucrării. Ar fi fost utilă prezentarea experienţei daneze, deoarece, după cunoştinţele noastre, Danemarca este ţara cea mai avansată în domeniul includerii eco-taxelor în tarife. Există chiar o nemulţumire exprimată oficial de guvernul acestei ţări faţă de ceilalţi parteneri din Uniunea Europeană, care nu ar merge pînă la capăt în respectarea propriilor angajamente referitoare la protecţia mediului.

Concluziile lucrării referitoare la perspectiva introducerii eco-taxelor în România sînt foarte corecte.

Ing. Anton Roşu - ICEMENERG

Relaţia "producători de energie electrică-politicieni-opinia publică" privind atitudinea care trebuie avută faţă de protecţia mediului ambiant

Pentru a forţa producătorii de energie să ia măsuri pentru diminuarea poluării mediului, guvernele folosesc" taxele de poluare".

Atitudinea faţă de aceste taxe este diferită în funcţie de poziţia factorilor interesaţi: politicieni, opinia publică şi producătorii de energie (de fapt de poluare).

Este evident faptul că este necesar să se ia orice fel de măsură care poate duce la reducerea poluării. Există, în legătură cu taxele de poluare, suspiciunea că sumele încasate se vor folosi în alte acţiuni ("prioritare") decît cele legate de diminuarea poluării.

Este interesant de prezentat modul în care vede această problemă reprezentantul cel mai autorizat (VGB - Uniunea Proprietarilor de Centrale Electrice Mari) din ţările cu tehnologia foarte avansată [1], aflat pe poziţia producătorilor de energie. Se subliniază această poziţie într-o ţară democratică în care, în general, fondurile guvernului sînt bine controlate şi în care măsuri de retehnologizare anterioare aplicate cu severitate au dus la încadrarea termocentralelor în nişte limite admisibile ale poluării, avînd cele mai scăzute valori.

x

x x

O direcţie principală a activităţii de cercetare şi dezvoltare în anii 1980 a constat din asigurarea compatibilităţii producerii energiei electrice cu mediul ambiant. Politicienii şi populaţia au cerut personalului din centralele electrice să elaboreze concepte şi să implementeze tehnologii în cel mai scurt timp în scopul reducerii drastice a emisiei substanţelor poluante din centralele electrice alimentate cu combustibili fosili. În Germania s-a elaborat un program fără precedent în lume în ceea ce priveşte controlul poluării. În ultimii 5 ani a trebuit să se dezvolte sisteme de desulfurare a gazelor de ardere şi să fie puse în funcţiune pentru o capacitate a centralelor electrice de circa 38 000 MW, fără a avea timpul necesar obţinerii unei experienţe de funcţionare. În acelaşi timp a trebuit să fie adoptate şi dezvoltate practici tehnice privind procesele legate de ardere şi cele catalitice, în scopul reducerii emisiilor de oxizi de azot, pentru o capacitate a centralelor electrice de 55 000 MW. Ca rezultat al timpului scurt disponibil pentru dezvoltarea programului DENOX, o parte din cercetare-dezvoltare a trebuit să se efectueze simultan cu implementarea tehnică a soluţiilor, aşa cum a fost cazul cu măsurile legate de arderea în centralele electrice alimentate cu lignit.

Cu toată graba, rezultatele obţinute au fost satisfăcătoare. Emisia substanţelor poluante din centralele electrice a fost drastic redusă. Cercetarea şi dezvoltarea pe termen lung în sectorul centralelor electrice trebuie întotdeauna să ţină seama de momentul schimbării deciziei politice. Se poate întîmpla ca presiunile politice şi publice să forţeze acţiunile pe termen scurt.

Astfel, în Germania în anii '80, nu a putut fi scoasă în evidenţă la timp nici o alternativă a soluţiei retehnologizării în instalaţiile de desulfurare şi deNO_x-are a gazelor de ardere care au avut succese parţiale pentru mediul ambiant.

Se consideră că nu mai este cazul ca aceasta să se întîmple din nou. Pentru aceasta se consideră că este cazul să se facă o abordare a viitorului cît se poate de prudentă şi cu viziune îndepărtată şi trebuie să se definească clar obiectivele.

Trebuie să se explice aceste obiective celor care fac politică şi publicului pentru a le fi clar acestora ce este fezabil şi rezonabil şi ce nu trebuie să fie făcut.

Astăzi, această modalitate de abordare a problemei trebuie să fie aplicată dezbaterii interne care are loc în legătură cu reducerea CO_2 şi cerinţelor în acest context, pentru sectorul centralelor electrice. Aceasta, pentru că nu s-a răspuns încă la multe întrebări în legătură cu relaţia cauză-efect şi cu impactul emisiilor de CO_2 asupra climei.

Se desprinde constatarea făcută că utilizînd în prezent toate măsurile corespunzătoare, personalul de exploatare al centralelor electrice din Germania ar putea influenţa direct emisiile globale de CO_2 cu mai puţin de 1 %. Cu toate că acest potenţial de reducere a CO_2 este relativ mic, specialiştii germani se găsesc deja într-un proces de dezvoltare a schemelor necesare acestui scop. În afară de utilizarea energiei nucleare, singura metodă fezabilă, utilizabilă în prezent în sectorul centralelor

electrice este reducerea în continuare a debitului de combustibil necesar producerii energiei electrice din cărbune. Cu certitudine acest obiectiv nu este nou.

Conceptele dezvoltate azi, de exemplu variantele procesului combinat cu turbine cu gaze şi cu abur, sugerează în continuare existenţa unui potenţial de dezvoltare în această direcţie. Anii'90 vor arăta în ce măsură promisiunile extrem de interesante de azi ale acestor procese pot fi materializate în acelaşi grad în instalaţii la scară naturală.

Conform unor concepţii optimiste, centralele din noua generaţie vor fi introduse pe scară largă în anul 2000.

Atîta timp cît sînt implicate emisiile de CO_2 care aduc limitări, este de observat că un început în diferite forme a fost făcut pentru a îmbunătăţi relaţia între economie şi ecologie, adesea fiind privite ca fiind în contradicţie, pentru beneficiul ambelor. Acesta este un exemplu de modul în care obiective parţial în contradicţie pot fi combinate pentru a servi unui singur scop al unei activităţi intense de cercetare şi dezvoltare. Aceasta deoarece chiar dacă emisiile de CO_2 ar trebui să nu aibă un impact decisiv asupra climatului global, ceea ce noi nu ştim încă, utilizarea eficientă a combustibilului rămîne încă un obiectiv determinant, pe care cei ce exploatează centralele electrice doresc să-l realizeze, chiar dacă numai pentru raţiuni de eficienţă economică. De aici, există o motivaţie cu două aspecte pentru întreprinderile de electricitate pentru a dezvolta metode eficiente de producere a energiei electrice din cărbune.

Poate fi de înţeles că politicienii doresc să grăbească dezvoltarea noilor tehnologii de producere a energiei electrice din cărbune şi să pună constrîngeri suplimentare asupra întreprinderilor energetice în forma unei taxe pe CO_2 sau pe protecţia climei. Dintr-o perspectivă macroeconomică, cu toate acestea, o taxă pe CO_2, oricare ar trebui să fie forma ei finală, este un mijloc neadecvat, cel puţin pentru sectorul centralelor electrice, şi nu va contribui aşadar în mod apreciabil la rezolvarea problemei CO_2- ului.

Specialiştii germani susţin că trebuie să se explice politicienilor şi publicului că modul de abordare al VGB este opţiunea mai bună pentru reducerea pe termen lung a emisiilor de CO_2 din centralele electrice faţă de introducerea unei taxe pe CO_2 cu preaviz scurt. O taxă pe CO_2 care se transformă într-o penalitate motivată din punct de vedere pur politic, poate cu greu să aibă vreun efect, cu excepţia impunerii unei poveri suplimentare asupra economiei. Trebuie subliniat faptul că această povară suplimentară ar consuma capacităţile rezervelor economiei de care exploatatorii centralelor electrice ar avea nevoie în mod precis pentru o cercetare şi dezvoltare adecvate, precum şi pentru investiţiile cu eficienţă energetică care conservă resursele.

În mod ideal, cercetarea şi dezvoltarea de azi determină tehnologiile de mîine, în scopul prevenirii, dacă este posibil, apariţiei problemelor la care ne aşteptăm de pe o zi pe alta. Aceasta înseamnă că trebuie să fim clari deja astăzi în legătură cu cerinţele viitoare în limitele tehnologiei centralelor electrice şi că trebuie să cădem de acord asupra priorităţilor cercetării şi dezvoltării care rezultă.

BIBLIOGRAFIE

[1] H l u b e k , W . *Perspektiven der Energieversorgung in den 9oer Jahre.* In: VGB Kraftwerkstechnik, 11, 1990, p.890

PĂDUREA ÎN ECUAȚIA EFECTULUI DE SERĂ
CAZUL ROMÂNIEI

ing. GHEORGHE MANEA*

Arderea combustibililor fosili este cauza principală a efectului de seră al Terrei. Dintre căile posibile de intervenție în diminuarea intensității acestui fenomen, lucrarea evidențiază numai capacitatea pădurii de a absorbi CO_2. Se poate urmări, astfel, un raport între suprafața împădurită a unei țări și cantitatea de CO_2 emisă în atmosferă ca rezultat al activităților antropice; acest raport poate fi deplasat în favoarea punerii sub control a efectului de seră.

The combustion of the fossil fuels represents the main cause of the greenhouse effect of the earth. Among the possible ways of intervention in diminishing the intensity of this phenomenon, the paper points out only the forest capacity of CO_2 absorbing. Therefore, a ratio between the afforested surface of a country and the CO_2 quantity emitted in the atmosphere as a result of anthropic activities can be followed; this ratio can be controlled with the view to influence the greenhouse effect.

Descriptori: combatere CO_2, acțiunea pădurii

Alături de funcția economică a pădurilor, încă de la începutul secolului XX au fost definite și alte funcții, multe cu incidență socială, numărul acestora crescînd continuu [1] și conturînd, astfel, conceptul de pădure cu funcții multiple [2]. Cu privire la energetică, funcțiile pădurii asigură:

- protejarea resurselor de apă;
- consolidarea versanților acumulărilor de apă;
- regularizarea debitelor de apă provenite din precipitații;
- reținerea, parțială, a suspensiilor solide provenite din arderea cărbunilor în centralele energetice;
- asimilarea unei părți din cantitatea de CO_2 rezultată în urma arderii combustibililor fosili.

În cele ce urmează se va insista asupra funcției de asimilare a CO_2, pădurea intervenind esențial în bilanțul CO_2 și la diminuarea astfel a efectului de seră al Terrei. În acest sens, de reamintit că încă din anul 1862, Liebig [3] afirma că dacă întreg pămîntul ar fi acoperit cu o pășune verde, cu o producție de 5000 kg/ha/an, cantitatea totală de CO_2 existentă în atmosferă ar fi consumată în 21-22 ani, dacă resursele de CO_2 nu ar fi regenerate. După calculele lui Liebig, consumul de CO_2 pe tot globul era de $23\text{-}24 \cdot 10^{10}$ t/an.

Pentru România, cantitatea de CO_2 rezultată în urma activității economice și contribuția ei la efectul de seră au fost aspecte regăsite în lucrările Institutului Național de Cercetări Economice, în articolele prezentate de revista Energetica [4] și într-un studiu efectuat de firma de consulting engleză Touche Rose [5] ca urmare a ajutorului financiar acordat de UK-Government's Know - How Fund (Anglia). Diferențele dintre cele trei surse bibliografice se referă, în special, la evoluția posibilă a cantității de CO_2 în perspectivă; convenim ca, în cele ce urmează, cantitatea de CO_2 emisă

* Institutul Național de Cercetări Economice, București

în atmosferă, anual, de activităţile economice din România, să fie cea redată în revista Energetica [4].

1. Potenţialul pădurii de a absorbi CO_2

Specialiştii din domeniul silviculturii consideră că la fiecare gram de biomasă netă produsă, plantele elimină în atmosferă o cantitate egală de oxigen, după ecuaţia:

$$CO_2 + H_2O + \text{elemente minerale} \xrightarrow[\text{clorofilă}]{\text{lumină}} = (CH_2O) + O_2$$

; deci la 1 mol oxigen produs s-a consumat 1 mol CO_2 . Conform acestei ecuaţii [3], pădurile din România se caracterizează printr-o producţie netă anuală de oxigen de 57 600 mii t (81,2 % din totalul vegetaţiei). Se adaugă la aceasta, aportul pajiştilor (cu 12,2 %), stufărişurilor (cu 5,3 %), tufărişurilor (cu 1,3 %), ceea ce ridică totalul producţiei nete la 70931 mii t.

Conform ecuaţiei de mai sus, la cantitatea de 57600 mii t O_2 rezultă un consum de 79200 mii t CO_2 : se are în vedere suprafaţa pădurilor de 6300 mii ha şi o producţie medie netă de 9,1 O_2 t/ha pe an, sau 12 t CO_2/ha, an. Valoarea aceasta este concordantă cu literatura de specialitate [6] care situează capacitatea de absorbţie a pădurilor din România la 10 - 16 t CO_2/ha, an.

Raportat la întreaga vegetaţie din România, anual, rezultă o cantitate de 168 mil.t O_2 [3], care corespunde unui consum de 230 mil.t CO_2/an; aceste două cifre - 79200 mil.t CO_2 absorbit de păduri şi 230 mil.t CO_2 absorbit de întreaga biomasă vegetală-caracterizează potenţialul naţional de asimilare a CO_2 .

2. Cantitatea de CO_2 rezultată în economia României

Cantitatea de CO_2 emisă în atmosferă, ca urmare a activităţilor entropice, a crescut de la 17 mil.t în anul 1983 la 209 mil.t în anul 1989 (tabelul 1), fiind practic asimilată de vegetaţia terestră. Din aceasta, circa 80 mil.t CO_2 sînt absorbite de păduri.

În perspectivă, emisia de CO_2, după scăderea nivelului întregii activităţi economice după anul 1989, se aşteaptă să crească [4] în funcţie de creşterea intenţionată a produsului intern brut (PIB), pentru a scoate România din zona ţărilor sărace ale Europei*. Pentru aceasta ar fi de dorit o dublare a PIB-ului în următorii 15 ani şi o revenire la nivelul anului 1989 în perioada 1995 - 2000.

* În anul 1993 în Human Development Report, publicat de ONU, România ocupă locul 77 în ierarhia mondială; în criteriul dezvoltării umane incluzîndu-se şi venitul pe locuitor. De menţionat că fostele ţări socialiste ocupă locuri mai bune, precum: Cehoslovacia-26,Ungaria-28, Lituania-29, Estonia-34, Bulgaria-40, Polonia-48, Cuba-75 etc.

Tabelul 1

Capacitatea vegetaţiei terestre de a absorbi CO_2 rezultat în urma activităţii economice în România, în perioadele1938 - 1989 şi 2000 -2005

[mil. tone]

	1938	1950	1960	1970	1980	1989	1995	2000	2005
Total CO_2 emis în atmosferă, varianta 1 (V_1)	17	20	53	125	186	209	200	300	400
Total CO_2 emis în atmosferă ,varianta 2 (V_2)	17	20	53	125	186	209	150	200	210
Potenţialul de absorbţie a CO_2 al vegetaţiei terestre	230*	230*	230*	230*	230*	230	230	230	230
din care:									
- potenţialul pădurilor	79*	79*	79*	79*	79*	79	79	79	79
Total CO_2 absorbit (V_1)	17	20	53	125	186	209	200	230	230
Total CO_2 absorbit (V_2)	17	20	53	125	186	209	150	200	210
Total CO_2 rămas în atmosferă, în									
- varianta 1	-	-	-	-	-	-	-	+70	+70
- varianta 2	absorbţie totală a CO_2								

* s-au extrapolat datele calculate pentru anul 1989 la întreaga perioadă 1938 - 1980 ceea ce, evident, nu este corect, dar simplifică calculele

Baza energetică privită prin structura surselor de combustibili fosili menține, în centrul ei, cărbunii ca surse de bază, diminuîndu-se mult potențialul de țiței și gaze naturale, acestea trebuind aduse din import. Preconizata taxă pe conținutul de carbon în combustibilii fosili ar putea stimula interesul pentru energetica nucleară, hidroenergetică, importul de energie electrică.

Caracterul energointensiv al industriei actuale va impune reproiectarea multor tehnologii sau renunțarea la acestea, deoarece produsele corespunzătoare lor, în condiții de liberalizare a prețurilor, nu mai sînt competitive pe piață. Au fost astfel elaborate [4] mai multe variante de evoluție a cantității de CO_2 , dintre care reținem două: varianta minimală, care preconizează menținerea în următorii 10 - 15 ani a nivelului CO_2 din anul 1989, și varianta maximală, care presupune o dublare a cantității de CO_2 cu o creștere corespunzătoare a venitului național (și evident a PIB).

Comparînd potențialul pădurii de absorbție a CO_2 cu dinamica emisiei de CO_2 (vezi tabelul 1) se observă că:

- pînă la începutul anilor '60, pădurile singure reușeau să transforme tot CO_2 emis în oxigen;
- întreaga cantitate de CO_2 este asimilată de vegetația terestră pînă la concurența cantității de 230 mil. CO_2, după care balanța CO_2 devine excedentară (perioada 1995 - 2000);
- varianta 2, a constantei cantității de CO_2 în perioada 1989-2005, este compensată de potențialul de asimilare a vegetației terestre;
- în varianta 1, a creșterii cantității de CO_2 în perioada 1989-2005 pînă la 400 mil.t/an (varianta maximală), biomasa terestră lasă neasimilată cantitatea de 70-170 mil.t CO_2/an.

3. Poate pădurea absorbi suplimentar CO_2

La o evoluție normală a economiei naționale și în condițiile depășirii macroindicatorilor economici atinși în anul 1989, în perioada din jurul anului 2000 cantitatea de CO_2 se va menține, posibil, între cele două variante, caz în care balanța CO_2 devine excedentară. Este greu de imaginat că vegetația terestră, exclusiv a pădurilor, va putea fi extinsă, în perspectivă, ca masă și suprafață; rămîne, ca posibilitate, extinderea suprafeței împădurite, ceea ce va crește capacitatea de reținere a unor cantități suplimentare de CO_2 . În continuare se vor schița cîteva posibilități de amplificare a capacității metabolizante a pădurii pentru CO_2.

3.1. Aforestarea (creșterea suprafeței împădurite). Fiecare hectar de pădure asimilează între 13,0 - 17,4 t CO_2 [3], dar suprafețele ce pot fi împădurite sînt limitate nu numai geografic, ci și, mai ales, din motive funciare (un ha de teren aforestat poate depăși 2000 dolari/ha), financiare (de natură a proprietății), administrative etc. [7].

Aforestarea, ca proces, precede reforestarea (care costă între 200-2000 dolari/ha), fiind tipică, în general, țărilor dezvoltate economic. Acestea au potențialul economic pentru a-și aforesta suprafețele de pădure exploatate, pentru a asigura o gestiune durabilă a pădurilor și a lua în considerare și nevoile generațiilor viitoare [8].

În România, aforestarea nu a făcut obiectul unei politici statale (pădurea fiind în proprietatea statului în ultimii 45 ani); ea va reprezenta o acțiune a viitorului, decisă de guverne stabile, în condiții de relansare economică. Ea ar putea interesa, încă de acum, sectoarele care-și elaborează strategii de dezvoltare (energetica, industria, silvicultura, gospodărire comunală, protecția mediului etc.) și în acest sens se inventariază terenurile ce pot fi luate în considerare în procesul viitor de aforestare, și anume:

- Terenurile rezultate în urma reconstrucției ecologice a terenurilor degradate. De pildă, pot fi luate în considerare 50000 ha poluate cu petrol (în județele Argeș, Brăila, Teleorman, Vîlcea); 600 ha acoperite cu halde cu cenușă provenită de la CET, halde care vor ajunge la 3000 ha în anul 2000, dacă procesul actual rămîne neschimbat [9]. Numai la Işalnița există în permanență o haldă pe 230 ha.

Alte 3000 ha sînt scoase din circuitul agricol în jurul sondelor de petrol, de-a lungul unor conducte de transport (în județele Teleorman, Prahova, Brăila, Galați, Dîmbovița). Parțial sau total aceste terenuri pot fi depoluate și valorificate; evident că operația de reconstrucție ecologică trebuie finanțată de către poluatori, după principiul recunoscut în toată lumea: poluatorul plătește!

- Fostele și actualele complexe zootehnice au degradat o suprafață de 900 ha; proprietarii acestora ar putea opta pentru valorificarea terenului prin plantații de pomi mai puțin sensibili la concen-

trația de NO_2/NO_3 din sol și din apele freatice și de suprafață adiacente;

• Terenul agricol este acoperit pe o suprafață de 22000 ha cu deșeuri solide; gestiunea deșeurilor urbane va impune reconsiderarea ariilor repartizate depozitării deșeurilor (deponii); plantarea de arbori pe asemenea terenuri s-a dovedit posibilă.

• Se estimează că solurile sînt poluate chimic, în diferite grade, pe o suprafață de circa 900 mii ha, din care 200 mii sînt excesiv poluate, solurile fiind complet neproductive. În ce măsură o parte din aceste soluri poate fi acoperită cu arbori rămîne să fie stabilit de specialiști.

• Pe 700 mii ha teren arabil se manifestă alunecări de pămînt; consolidări cu perdele de protecție pot fi avute în vedere pentru punerea sub control a fenomenului.

• Prin exploatarea cărbunelui în bazinul Motru-Rovinari se va scoate din circuitul agricol aproximativ 25 % din suprafața agricolă a județului Gorj, care este de 102 mii ha. Cercetările efectuate în România, rezultatele obținute în zona Ruhr din Germania, într-o zonă similară, dovedesc posibilitatea aforestării acestor zone, după amenajarea terenului cu sol artificial [6].

• Soluri nisipoase acoperă 400 mii ha; acestea au un grad redus de fertilitate; perdele de protecție forestiere sînt oportune și verificate în practica din țara noastră și din alte țări.

• Alte zone favorabile plantării de arbori (inclusiv fructiferi) sînt cele situate de-a lungul căilor ferate (lungimea totală 11365 km), a drumurilor publice (72816 km), a drumurilor de acces la proprietățile agricole, în vecinătatea platformelor industriale, a canalelor de irigații, canalului Dunăre-Marea Neagră, șantierelor abandonate etc.

Acest inventar incomplet poate dovedi posibilitatea identificării de suprafețe semnificative de terenuri inapte producției agricole și care pot fi oferite, ca atare sau după reconstrucția ecologică, aforestării.

3.2. Reforestarea (refacerea suprafețelor pădurilor izolate). În economia pădurilor din România, cantitățile de masă lemnoasă exploatată au depășit, aproape întotdeauna, capacitatea de refacere a pădurii. De pildă, în perioada 1964-1989 s-au exploatat între 19,5-28,6 mil.m^3/an, comparativ cu 16 mil.m^3 masă lemnoasă - limită stabilită de silvicultori [10] pentru menținerea echilibrului biologic (ASAS - Societatea Progresul Silvic).

Pe acest fundal al suprasolicitării pădurii, suprafața reforestată a scăzut continuu, de la 49030 ha în anul 1980 la 15563 ha în anul 1991 [11], de exemplu. Vor trece ani (40 după aprecierile prof. V. Giurgiu) pînă ce echilibrul biologic al pădurii va fi restabilit; acest moment este însă condiționat de menținerea unei rate de exploatare de 15 mil.m^3 masă lemnoasă/an.

Mărirea potențialului de absorbție a CO_2 de către pădure poate fi stimulată și prin modificarea structurii vegetale, în scopul creșterii productivității pădurii; se regăsește astfel un deziderat vechi al silvicultorilor din România și o recomandare a instituțiilor internaționale ce se ocupă de efectul de seră al Terrei, adresată autorităților guvernamentale din întreaga lume.

Împădurirea terenurilor excesiv degradate este o prevedere a Legii din anul 1987 ce se referă la conservarea, protejarea și dezvoltarea pădurilor, exploatarea lor rațională și menținerea echilibrului ecologic.

Reforestarea în România are o tradiție, realizări și nereușite, iar amploarea procesului nu a izbutit să urmărească rata de exploatare a pădurilor, menținîndu-se sub această rată.

3.3. Alte posibilități de extindere a suprafețelor împădurite. Se au în vedere soluții de tipul următor:

• *Reducerea fenomenului de poluare a pădurii.* În anul 1991, calitatea pădurilor din România [11] era astfel caracterizată:

- total suprafață împădurită 6253000 ha
- suprafața pădurilor afectată de uscare:
  - incipientă ..... 230497 ha
  - slabă ..... 85564 ha
  - medie ..... 68679 ha
  - puternică ..... 16522 ha
- structura poluatorilor:
  - pulberi ..... 17340 ha
  - reziduuri ..... 2105 ha
  - SO_2, pulberi de la CET .. 133438 ha
  - compuși ai azotului ..... 41503 ha
  - compuși cu flor ..... 35 ha

Punerea sub control a fenomenului de poluare și ca urmare a tratatelor și înțelegerilor internaționale, ca, de exemplu, reducerea poluării transfrontiere cu SO_2, va determina scăderea intensității fenomenului de poluare a pădurii și, în

consecință, va duce, treptat, la creşterea productivității pădurii, refacerea acesteia şi amplificarea capacității de asimilare a CO_2 .

• *Forestarea urbană şi periurbană.* Circa 55 % din totalul populației României locuieşte în mediul urban; global, în anul 2000, mai mult de 50 % din întreaga populație va locui la oraşe. Pentru această populație F.A.O. propune conceptul de forestare urbană şi periurbană [12], conform căruia zonele de locuit trebuie "îmbrăcate" cu pomi pînă la densități ce amintesc mai degrabă de pădure decît de cerințele peisagisticii.

Pădurea urbană şi periurbană preia funcții tipice acesteia în condițiile aglomerării urbane, funcțiile sociale (ameliorarea microclimatului, protecția împotriva poluării cu pulberi şi a poluării sonore, realizarea cadrului peisagistic, extinderea zonelor de agrement etc.) fiind precumpănitoare în proiectarea acestor tipuri de păduri.

Conceptul de pădure urbană şi periurbană este în curs de cristalizare, căutîndu-se soluții pentru stabilirea densității optime a pomilor, structura acestora, raportul cu cantitatea de CO_2 emisă de aşezare, nivelul existent şi dorit de zgomotul stradal etc.

Conceptul pare interesant şi pentru România,putînd intra în preocupările celor ce decid asupra gospodăririi celor 260 oraşe existente în țara noastră. Dacă zona periurbană este bogată în terenuri degradate, acoperite cu deşeuri şi care pot fi luate în calcul în proiectarea perdelelor forestiere ce înconjoară oraşele*, în schimb identificarea suprafețelor de teren apte a fi plantate cu pomi în interiorul oraşelor, forma de proprietate a acestora sînt aspecte mai greu de parcurs de către gospodarii oraşelor.

Prezentul nu este favorabil abordării conceptului de forestare urbană în România, administrația oraşelor are alte priorități decît cele legate de plantarea de pomi. De exemplu, chiar fostele spații verzi îşi reduc suprafața: în anul 1989 aceste spații reprezentau 21935 ha, după un an au scăzut la 21633 ha; se presupune că acest proces s-a continuat şi agravat pînă în anul 1993.

Considerații finale

În prezent, în România pădurea este puternic amenințată din multe părți: privatizarea a 5 % din suprafață a însemnat, practic, deforestarea acesteia. Interferența deciziilor politice în gestiunea pădurilor se regăseşte în presiuni pentru extinderea suprafețelor izlazurilor comunale pe seama pădurii, în proliferarea construcțiilor de locuințe în zona pădurilor, concesiuni, păşunat în pădure etc. În aceste condiții a vorbi despre reforestare, aforestare, plantații de pomi de-a lungul căilor de transport, canalelor de irigații, de reconstrucție ecologică, deforestarea urbană şi periurbană etc. pare a fi inutil. Redresarea economică a țării, eradicarea sărăciei [12] sînt premise ale abordării pădurii după concepte moderne de tipul celui al dezvoltării durabile şi în lumina reparării daunelor aduse pînă acum pădurii. Conştientizarea daunelor aduse economiei naționale de gospodărirea incorectă a pădurilor va apropia momentul schimbării opticii decidenților. Reducerea suprafeței pădurilor în România se regăseşte în accelerarea eroziunii solului care a provocat creşterea proporției precipitațiilor pierdute prin scurgeri, scăderea nivelului pînzelor freatice, aridizarea climei, colmatarea rapidă (în medie de 26 % şi local pînă la 95 %) a lacurilor de acumulare, ridicarea fundului rîurilor, împotmolirea gurilor rîurilor şi fluviilor, respectiv, pierderea unui potențial de neînlocuit pentru irigații, generarea electricității, prevenirea inundațiilor etc. [13]; toate acestea subminează radical progresul economic.

Cu toată lipsa de oportunitate, reforestarea şi aforestarea pot interesa - ca generare de idei - pe cei ce elaborează strategii de dezvoltare în domeniul energeticii, protecției mediului, agriculturii, silviculturii, transportului, gospodăririi urbane. Extinderea suprafețelor forestiere* poate fi şi un obiectiv în programele proprii ale politicienilor, autorităților administrației locale, organizațiilor ecologice etc.

Nu se poate face abstracție de faptul că reconstrucția ecologică, reforestarea şi aforestarea sînt procese ce presupun existența unor instrumente potrivite acestor scopuri ca, de exemplu, instrumente legislative, economice, financiare etc. Practica mondială poate fi un ghid pentru România pentru a-şi desemna cu grijă instrumentele corespunzătoare gestiunii durabile a pădurilor şi extinderii suprafețelor acestora.

Cu incidență la România, instrumentele

* Este suficient să se vadă marile suprafețe de teren degradate situate de-a lungul lacurilor Bucureştiului, îndeosebi în zona lacurilor Fundeni, Pantelimon, Dobroieşti

* Austria şi-a extins suprafața împădurită cu 2 % în ultimii 3 ani, Ungaria cu 20 % după anul 1945, Franța cu 10 mil.ha în ultimii 200 de ani etc. [13].

financiare pot include taxele vamale pentru produsele slab prelucrate din lemn care se exportă, produsele înalt prelucrate din lemn care se importă [14], amenzile provenite de la poluatorii pădurilor cu SO_2 şi pulberi [15], cote-părţi din profitul obţinut la exploatarea pădurilor [16], din taxele pentru vînzare, cumpărare, concesionare păduri etc. Preconizata taxă pe conţinutul de carbon al combustibilor fosili poate fi o sursă financiară importantă pentru aforestare.

Instrumentele legislative elaborate în fiecare ţară vizează protecţia fondului forestier, menţinerea echilibrului ecologic, reforestarea, aforestarea, extinderea funcţiilor pădurii [17], ca atribute ale conceptului de dezvoltare durabilă şi ca prefigurare a unui plan global de reforestare [18].

Se apreciază că la nivel global din 10 copaci tăiaţi numai unul singur se replantează; la nivel naţional această proporţie variază în funcţie de nivelul de dezvoltare economică.În Canada, de exemplu, se plantează 4 arbori la fiecare arbore tăiat [19]; în S.U.A., administraţia Bush a adoptat un program de plantare a 1 mild. arbori în fiecare an [20]. În Europa, miniştrii agriculturii celor 12 ţări comunitare au aprobat un plan pentru o politică forestieră comună încă din anul 1989 [21] care, printre alte obiective pe care şi le-au propus, promovează reforestarea cu ajutorul financiar al statutului, acordat pe timp de 20 de ani. Se are în vedere valorificarea zonelor ameninţate de eroziune şi de inundaţii, amenajarea structurii pădurilor.

Se poate concluziona că pînă la orizontul anului 1995 vegetaţia terestră a României reuşeşte să asimileze integral cantitatea de CO_2 eliminată în atmosferă - urmare a activităţii antropice. După anul 1993, cantitatea de CO_2 va depăşi, probabil, capacitatea de metabolizare a vegetaţiei. Concomitent cu măsuri posibile de modificare a structurii resurselor energetice, de reducere, în valori relative a cantităţii de CO_2, se poate propune şi extinderea suprafeţei pădurilor, acestea absorbind în prezent circa 1/3 din cantitatea totală de CO_2 emisă în atmosferă anual.

Prin aforestare, reforestare, forestare urbană, modificarea structurii arboretelor este posibil, ca în perspectiva următorilor 40-60 ani, să se absoarbă o cantitate mai mare de CO_2 ; pînă atunci este posibil ca balanţa CO_2 să rămînă excedentară (vezi tabelul 1).

BIBLIOGRAFIE

[1] *Norme tehnice pentru alegerea şi aplicarea tratamentelor*, nr.3, editate de Ministerul Agriculturii, Bucureşti, 1986, p.84.

[2] Giurgiu, V. *Amenajarea pădurilor cu funcţii multiple*, Editura Ceres, Bucureşti, 1988

[3] Stugren, B. (coord.) *Probleme moderne de ecologie*. Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1988, p.375

[4] Manea, Gh. *Efectul de seră şi cantitatea de CO_2 emisă în atmosferă în România*. In: Energetica, seria A, nr.6, nov.-dec. 1992, p.263-269

[5] Greenhouse Gas Emissions: *Initial Inventory and Implications;* Touche Rosse Co, 1992

[6[Ionescu, Al., Stănescu, R. *Ecologie şi protecţia ecosistemului*, Piteşti 1980, p.206-207

[7] *Climate Change - The IPCC Response Strategies*, Island Press, Washington 1991, p.93

[8] Brown, L. *State of the World* 1991; Ed. W, W. Norton, New York, p.74-92

[9] Răuţă, C., Cârstea, ST. *Starea calităţii solurilor agricole din România*. În: Mediul înconjurător, vol.1, nr.1, 1990, p.39-42

[10] Giurgiu, V. în Economistul nr.188/5-7 nov. 1992.

[11] *Anuarul Statistic al României*, 1992, C.N.S. Bucureşti, 1993

[12] FAO - *Urban and periurban forestry*, Unasylva, vol.44, nr.173, 1993, p.2

[13] Stoiculescu, Cr. *Despădurirea - o formă alarmantă a jocului cu moartea*. In: Economistul nr.304/12 mai 1993

[14] FAO. *Forest and Forests Products, Country profile - România*, O.N.U., New York, 1992, p.5-41

[15] O.N.U.: *Air Pollution Studies nr.5: The State Transboundary Air Pollution*, New York, 1989, p.27-29

[16] FAO *Forestry Paper 1992*, FAO, Rome, 1989, p.25-35

[17] *SOS Foret* !, In: Panda II/84 ed. WWF Elveţia

[18] O.N.U. *Synthese des vue des governments sur les foters*, 5 febr. 1992

[19] Dubrano, D: *Le "business écologique."*. In: Science et vie nr.872, nov.1990, p.116-119

[20] *Sécurité* . In: Environment nr.3, 1990, p.136

[21] x x x *Annales de la voirie et de l'environment*, nr.1482; 1989, p.7.

(Primit la 8 noiembrie 1993, acceptat la 25 mai 1994)

DISCUȚII

Dr. ing. Călin Mihăileanu - ICEMENERG. Poblema, tratată cu un deosebit profesionalism de autor, care se dovedește un cercetător asiduu și mai de mult timp al subiectului, este de o deosebită importanță pe plan ecologic, național și global. Ea trebuie să fie prioritară pentru țara noastră, din multiple motive, printre care și cel energetic, prin efectul asupra emisiilor de CO_2.

Cu toate acestea pare foarțată justificarea unui întreg program silvic doar pe considerente energetice, respectiv pe ideea compensării emisiilor de CO_2 ale combustibilor arși prin împăduriri. Problemele sînt legate, dar fiecare este foarte complexă și legătura dintre ele este doar una dintre caracteristici și poate nu cea mai importantă.

Prezența acestei lucrări la masa rotundă este totuși bine venită și își găsește locul și în acest context.

Recenzie

PAUL CARTIANU: **NICOLAE CARANFIL, Ed. Tehnică, 1994, 67 p.**

Istoric binecunoscut și recunoscut al energeticii românești, el însuși participant la evenimente memorabile și partener la lucrări importante al unor personalități de prima mărime ale vieții științifice și industriale în România interbelică, Paul Cartianu este autorul unei broșuri despre Nicolae Caranfil, elaborată cu deosebită acurateță și bogăție de informații, apărută în seria "Repere istorice" la Editura Tehnică. De altfel, autorul, care a fost tînărul și foarte apropiatul colaborator de altădată al lui Nicolae Caranfil, a fost sufletul militant, cu perseverența care îl caracterizează, pentru inițierea, pregătirea și desfășurarea la Academia Română, și nu numai, a operației de înlăturare a colbului depus, în mod nepermis, timp de o jumătate de secol, peste personalitatea și activitățile cu totul ieșite din comun ale lui Nicolae Caranfil, la împlinirea unui secol de la nașterea sa.

Lucrarea descrie aproape exhaustiv, numeroase locuri prin care a trecut N. Caranfil, lăsînd urme profunde, palpabile încă și astăzi, implicîndu-și puternica personalitate de ceea ce s-ar numi astăzi un mare manager, precursor în epoca respectivă al unor timpuri moderne ce urmau să vină, punîndu-și în valoare concepțiile înnoitoare.

Lucrarea este scrisă într-un stil rezervat, sobru. Cine îl cunoaște pe autor și îi cunoaște entuziasmul contagios, nu poate să nu remarce că nu s-a lăsat atras, cum ar fi fost poate de așteptat în scris, de confesiuni memorabile cu notă personală, preferînd rigoarea cronicarului.

Este o acțiune de justiție socială și de repunere în drepturi a unei valori reprezentative a intelectualității tehnice românești, pe care Paul Cartianu și-o poate înscrie, pe bună dreptate, la bogatul sau activ.

Se poate pune totuși întrebarea de ce a fost lăsată în întuneric absolut perioada ultimilor peste 30 ani de viață ai lui Caranfil, petrecuți în diaspora. Poate va veni o completare la acțiunea reparatoare întreprinsă de societatea românească din zilele noastre!

CĂLIN MIHĂILEANU

În lumina normelor de emisie impuse prin Ordinul nr. 462 al Ministerului Apelor, Pădurilor şi Protecţiei Mediului sînt analizate soluţiile posibil a fi adoptate pentru desulfurarea gazelor de ardere la cazanele ce ard hidrocarburi.

Plecînd de la formulele empirice de calcul pentru estimarea investiţiilor pentru instalaţiile de desulfurare ataşate prin retrofit la cazanele pe cărbune se fac estimări ale investiţiilor necesare pentru instalaţiile de desulfurare a gazelor de ardere de la cazane ce ard păcură şi gaze.

DESULFURAREA GAZELOR DE ARDERE DE LA CAZANELE CE ARD PĂCURĂ ŞI GAZE NATURALE

chim. ELEONORA ATAMAN*

The flue gas desulphurization processes that may be installed at oil and gas firing boilers by retrofit are reviewed taking into account the new emission standars that came into force(Order nr.462 of The Ministry of Waters, Forests and Environmental Protection).

The costs of the investments for retrofit FGD units are evaluated for oil & gas burning units using the experience gained for coal fird unit cost estimations already performed.

Descriptori: desulfurare, cazane cu păcură şi gaze naturale, centrale termoelectrice

Conştient de efectul negativ al termocentralelor sale asupra mediului înconjurător, RENEL şi-a construit strategii pentru mediu şi combustibili, concordante cu strategia sa generală pentru domeniul producerii energiei electrice şi termice şi derivate din acestea, avînd ca obiectiv reducerea impactului funcţionării termocentralelor asupra mediului.

Strategia energetică generală prevede pentru perioada prezentă şi cea imediat următoare pînă în anul 2005:

* creşterea ponderii energiei produse în centrale hidroelectrice şi nucleare în balanţa generală de energie;
* extinderea producerii combinate de energie şi căldură (cicluri de termoficare);
* retehnologizarea sau reabilitarea selectivă a termocentralelor existente;
* abordarea în cercetare şi apoi aplicarea cît mai rapidă în practică a unor tehnologii de vîrf cum sînt: ciclul mixt (combinat) gaze-abur, arderea în pat fluidizat circulant etc.;
* eforturi pentru conservarea energiei prin reducerea consumurilor specifice, valorificarea resurselor secundare, creşterea rolului surselor de energie reînnoibile, demand side management etc.

Strategia pentru mediu a RENEL este în mod necesar complementară strategiei sale pentru combustibili. Aceasta prevede pentru combustibilii utilizaţi în termocentrale:

* limitarea conţinutului de sulf din păcură;
* îmbogăţirea lignitilor (pe de o parte pentru a le creşte puterea calorifică, pe de alta pentru a le scădea conţinutul de sulf anorganic);
* utilizarea huilei de import în locul lignitului, atunci şi acolo unde acest lucru este posibil.

RENEL şi-a elaborat, ca bază pentru strategia sa pentru mediu, propriile sale norme de emisie, pentru cazane noi ce urmează a fi puse în funcţiune şi pentru cazanele existente, norme diferenţiate după puterea termică, locul de amplasare al cazanelor şi combustibililor.

Pentru cazanele de păcură existente aceste norme sînt diferenţiate în cazul bioxidului de sulf:

a) după combustibil:

*Institutul de Studii şi Modernizări Energetice, Bucureşti

- strict pe păcură: 1700 sau 3400 mg/m^{3*} (gaze uscate cu 3 % O_2);

- pe păcură şi gaze: între 50 şi 1700 sau 3400 mg/m^{3*} (gaze uscate cu 3 % O_2);

b) după amplasament:

- cazane termice şi cazane energetice din Bucureşti, Constanţa şi staţiuni balneo-climaterice: 1700 mg/m^{3*} (gaze uscate cu 3 % O_2);

- restul cazanelor, idiferent de amplasare, dar cu o putere termică mai mare de 150 MW: 3400 mg/m^3 (gaze uscate cu 3 % O_2).

O concentraţie de 1700 mg SO_2/m^{3*} (gaze uscate cu 3% O_2) se poate asigura prin arderea unei păcuri cu maximum 1% S, iar 3400 mgSO_2/m^{3*} la arderea unei păcuri cu 2 % S.

În cazul cazanelor ce ard păcură şi gaze norma de emisie este alunecătoare între 50 şi 1700 sau 3400 mg/m^{3*}, funcţie de aportul de input termic al fiecărui combustibil. Creşterea raportului gaze/păcură nu rezolvă problema, întrucît norma a fost astfel concepută încît nu poate fi respectată decît dacă conţinutul în sulf al păcurii este 1 sau, după caz, 2 %.

Aprovizionarea cu o păcură cu conţinut limitat de sulf s-a dovedit, dacă nu imposibilă, cel puţin dificilă şi cu discontinuităţi, astfel încît, pe bună dreptate, se poate pune în mod real problema găsirii altor modalităţi de realizare a reducerii emisiilor de bioxid de sulf şi de asigurare a respectării concentraţiilor admise de norme.

Utilizarea păcurii cu conţinut mic de sulf este benefică atît pentru termocentrală în sine, cît şi pentru mediu, fenomenele de coroziune inerente în cazul utilizării păcurii sulfuroase, dificultăţile manipulării sale, concentraţiile ridicate de bioxid de sulf din gazele de ardere fiind practic eliminate.

Reducerea conţinutului de bioxid de sulf din gazele de ardere de la cazanele pe păcură (sau păcură şi gaze) se poate face, în principiu, prin următoarele metode:

* prompte (intracombustie);
* tîrzii (postcombustie);
* hibride (intra + postcombustie).

Metoda *promptă* de desulfurare a gazelor de ardere constă în injecţia de aditiv în focar pentru legarea bioxidului de sulf imediat după formare. Se cunoaşte o aditivare precombustie a păcurii cu oxid de magneziu, în general, preaditivare ce are scopul de a asigura legarea precoce a trioxidului de sulf pentru limitarea coroziunilor, dar nu şi pentru desulfurarea gazelor de ardere. Injecţia de aditiv în focar, ce se poate face cu oxid de calciu, hidroxid de calciu, calcar sau dolomită (cu sau adaos de bicarbonat de sodiu) va asigura legarea unei părţi din bioxidul de sulf format în focar şi a trioxidului de sulf în cvasitotalitate. Produsul rezultat din desulfurare este anhidritul, sulfatul de calciu anhidru.

Dacă pe traseul de evacuare a gazelor de ardere, între PAR şi coş se intercalează un reactor de activare sau se creează condiţii pentru injecţia de apă sau abur în canalul de gaze de ardere, poate avea loc o a doua fază de desulfurare, *postcombustie* de această dată. Oxidul de calciu format în focar şi nereacţionat, purtat de gazele de ardere, formează, în această etapă, în prezenţa apei o suspensie de hidroxid de calciu, mult mai reactiv, care va lega o parte din bioxidul de sulf remanent în gazele de ardere sub formă de sulfit de calciu (o mică parte sub formă de sulfat de calciu dihidratat, ghips).

Procedeul descris mai sus este un procedeu *hibrid*, cunoscut sub denumirea de LIFAC şi a fost dezvoltat în anii '85 de firma Tampella Oy din Finlanda. Dacă în cazul desulfurării uscate prompte nu se poate depăşi un randament de desulfurare de 50 % la un consum de reactiv caracterizat de raportul molar Ca/S = 3,5, în cazul procedeului hidrid LIFAC, la un raport molar Ca/S = 1,72, randamentul de desulfurare realizabil depăşeşte 80 %.

Din ambele procedee rezultă gaze de ardere prăfoase (parţial desulfurate), ceea ce implică ataşarea obligatorie a unui electrofiltru sau a unui filtru cu saci pe traseul de evacuare al gazelor de ardere, înainte de coş.

In cazul procedeului LIFAC, gazele de ardere după PAR se răcesc, iar gazele desulfurate şi desprăfuite se reîncălzesc după electrofiltru. Aceste schimburi termice se fac într-un schimbător de căldură gaz neepurat/gaz epurat. Temperatura gazelor de ardere la ieşirea din electrofiltru este în jur de 85°C, iar la baza coşului de 100 - 105°C.

Procedeele de desulfurare postcombustie sînt cele mai des folosite şi au randamentele cele mai ridicate la consumuri mai mici de reactivi. Ele pot fi :

- procedee de desulfurare propriu-zisă ;

* în condiţii de presiune 1,01 MPa şi 273 K temperatură

- procedee de desulfurare şi desprăfuire asociată ;

- procedee de desulfurare şi de NO_x - are combinată.

Scrubbingul cu suspensie de calcar este un procedeu de desulfurare propriu-zisă, ce asigură un randament de desulfurare de peste 95% la un consum de calcar stoechiometric. Din desulfurare rezultă ghips şi, funcţie de destinaţia acestuia, el poate fi sub formă de şlam de ghips, ghips impur sau, dimpotrivă, ghips de înaltă calitate ce poate fi comercializabil şi se valorifică integral.

Spray Dry Absorption (SDA) şi Confined Zone Dispersion (CZD) sînt două procedee de desulfurare şi desprăfuire asociată. Reactivul utilizat este o suspensie apoasă de hidroxid de calciu, iar produsul rezultat este un amestec de sulfit şi sulfat de calciu. Diferenţa între cele două procedee constă în timpul de reacţie care se acordă reactivului : între 7,5 şi 12 secunde în primul procedeu şi numai două secunde în cel de-al doilea. De asemenea, în primul caz se obţine un randament de desulfurare de pînă la 90%, la un consum de reactiv caracterizat de raportul molar Ca/S = 1,4 - 1,6 ; în cel de al doilea, la un raport molar Ca/S = 2 - 2,5 randamentul maxim este 50%. Gazele de ardere desulfurate sînt prăfoase şi reci, au un conţinut ridicat de umiditate şi înainte de evacuarea la coş trebuie desprăfuite şi reîncălzite (de la 85 la 100 - 105°C).

Cel mai utilizat procedeu de desulfurare post-combustie a gazelor de ardere este scrubbingul cu suspensie de calcar, motivul fiind randamentul înalt realizabil la consum stoechiometric de reactiv ieftin şi uşor de procurat şi produs final valorificabil.

Singurele date certe de care dispunem referitoare la investiţiile necesare pentru o instalaţie de desulfurare a gazelor de ardere de la cazanele pe păcură sulfuroasă provin din cursul prezentat la Universitatea de vară'93 - Bucureşti, TEMPUS-ENVIROM, de către directorul CITEPA, domnul Bouscaren.

Solicitînd pentru trei cazane funcţionînd pe păcură sulfuroasă (3,5%S), de 15, 45 şi 85 MW termici, oferte de instalaţii de desulfurare s-au obţinut date de la firmele Oy Tampella, Ishikawajima Harima Industries şi Knauf-Research Cottrell asupra costurilor la nivelul anului 1988.

Procedeul LIFAC : comercializat de firma Oy Tampella (cu calcar) :

a) varianta fără desprăfuire :

Cazanul	Investiţia		Investiţie specifică
[$MW_{termici}$]	10^6FF	10^6US $	US $/kW
15	13,5	2,7	180
45	16,5	3,3	73
85	20,5	4,1	48

b) varianta cu desprăfuire asociată :

Cazanul	Investiţia		Investiţie specifică
[$MW_{termici}$]	10^6FF	10^6US $	US $/kW
15	15	3,0	200
45	21	4,2	93
85	27	5,4	63,5

Procedeul IHI : comercializat de firma IHI (cu hidroxid de magneziu) :

Cazanul	Investiţia		Investiţie specifică
[$MW_{termici}$]	10^6FF	10^6US $	US $/kW
15	4,0	0,8	53
45	9,5	1,9	42
85	14,0	2,8	33

Procedeul Knauff-Research Cottrell : comercializat de firma Noel (scrubbing cu suspensie de calcar-producere de ghips) :

Cazanul	Investiţia		Investiţie specifică
[$MW_{termici}$]	10^6FF	10^6US $	US $/kW
15	18	3,6	240
45	23	4,6	102
85	31	6,2	73

Estimarea investiţiei necesare pentru o instalaţie de desulfurare pentru un cazan pe păcură se poate face plecînd de la relaţiile empirice de calcul recomandate de prof.dr.Otto Rentz pentru calculul investiţiei instalaţiilor de desulfurare ataşate la cazane vechi (prin retrofit) pe cărbune : este nevoie, însă, să se ţină seama de faptul că la un cazan pe păcură nu există prevăzut prin proiect nici un echipament pentru desprăfuirea gazelor de ardere şi deci în cazul procedeelor din care rezultă gaze desulfurate prăfoase este necesară şi ataşarea unor electrofiltre sau filtre cu saci.

Investiţia pentru o instalaţie de desulfurare prin scrubbing cu calcar în cazul gazelor de ardere provenite de la un cazan pe cărbune este dată de relaţia :

$$I^c_{WS} = 2{,}23 \times P^{0{,}57}_{termică} \times 10^6 \text{ DM},$$

valabilă pentru $100 \le P_t \le 1800$ $MW_{termici}$;

Întrucît traseul gazelor de ardere după instalația de desulfurare în cazul cazanelor pe păcură nu diferă de cel de la cărbune (instalația fiind amplasată după electrofiltru și înaintea ventilatorului de gaze arse), investiția va fi aceeași:

$$I^{c}_{WS} = I^{p}_{WS}.$$

Investiția pentru o instalație de desulfurare tip SDA la un cazan pe cărbune este dată de relația:

$$I^{c}_{SDA} = 4{,}01 \times P_t^{0{,}37} \times 10^6 \text{ DM},$$

valabilă pentru P_t cuprins între 100 și 850 $MW_{termici}$.

În cazul unei instalații similare la un cazan pe păcură este nevoie și de un electrofiltru sau filtru cu saci, investiția pentru aceasta reprezentînd 1/3 din investiția pentru o instalație de scrubbing cu suspensie de calcar:

$$I^{p}_{SDA} = I^{c}_{SDA} + 1/3 \times I^{c,p}_{WS}.$$

Nedispunînd de date certe asupra investițiilor necesare pentru o instalație de injecție simplă în focar (de aditiv uscat) sau LIFAC (se știa numai că în primul caz investiția este sub 1/10 din cea necesară unei instalații de scrubbing), investiția în cazul cazanelor pe păcură se poate aprecia cu formula empirică:

$$I^{c}_{IF} = 1/10 \times I^{c,p}_{WS},$$

$$I^{p}_{IF} = 1/10 \times I^{c,p}_{WS} + 1/3\, I^{c,p}_{WS},$$

$$I^{c}_{LIFAC} = 1/10 \times I^{c,p}_{WS} + A + B,$$

unde:

A - investiția pentru schimbătorul de căldură gaze neepurate/gaze epurate:

* pentru P_t pînă la 270 MW, A = 60 DM/kW inst.
* pentru P_t între 270 și 540 MW, A = 50 DM/kW inst.
* pentru P_t între 540 - 1890 MW, A = 42,5 DM/kW inst.

B - investiția pentru reactorul de activare ipotetic egală cu 1/10 din $I^{c,p}_{WS}$:

$$I^{p}_{LIFAC} = 1/10 \times I^{c,p}_{WS} + 1/3 I^{c,p}_{WS} + A + B$$

Dacă se aplică aceste relații empirice se ajunge la următoarele valori reprezentînd investiția pentru instalația de desulfurare la un cazan de 525 t/h (SES-TLMACE):

$$I^{c,p}_{WS} = 53 \cdot 277 \cdot 10^6 \text{ lei} \left(1\, DM = 860 \text{ lei}\right)$$

$$I^{p}_{SDA} = 52 \cdot 513 \cdot 10^6 \text{ lei}$$

$$I^{p}_{IF} = 12 \cdot 086 \cdot 10^6 \text{ lei}$$

$$I^{p}_{LIFAC} = 35 \cdot 637 \cdot 10^6 \text{ lei}$$

Cheltuielile specifice de exploatare (cost reactivi, energie electrică și personal)* pentru procedeele WS, SDA și LIFAC sînt cele din tabelul 1.

Tabelul 1

Combustibil**	Cheltuieli totale*** pe an, 10^9 lei		
	SDA	WS	LIFAC
1	3,624	1,290	2,017
2	2,801	1,067	1,605
3	1,978	0,884	1,195
4	1,184	0,689	0,797

Creșterea costului tonei de abur ca urmare a acestor cheltuieli este dată în tabelul 2.

Tabelul 2

Combustibil**	Creșterea costului, lei/t abur		
	SDA	WS	LIFAC
1	1380	491	768
2	1067	406	611
3	753	336	455
4	451	262	303

* cazan de 525 t/h, pe păcură cu 3 % S, 5000 h funcționare la sarcină nominală pe an

** combustibil: 1 = 100 % păcură
2 = 75 % păcură + 25 % gaze
3 = 50 % păcură + 50 % gaze
4 = 25 % păcură + 75 % gaze

*** cheltuieli totale specifice (reactivi, personal, energie electrică)

Desigur, opțiunea între soluția trecerii pe o păcură cu maximum 1 % S sau a instalării la toate cazanele a unei adevărate uzine satelit de desulfurare a gazelor de ardere este foarte dificilă. În cazul în care s-ar opta pentru păcura puțin sulfuroasă, atît

ca preț, cît și ca disponibilități de livrare, ar apărea o dependență totală de fluctuațiile pieței. În cazul adoptării soluției de desulfurare a gazelor de ardere ar apărea o nouă activitate suprapusă peste cea existentă în mod normal la o termocentrală, care ar trebui să se desfășoare în același perimetru și fără a impieta asupra bunei desfășurări a activității de bază. Va apărea un nou management al reactivilor de desulfurare, al produșilor rezultați din desulfurare și aceasta este deja o complicație în plus pentru orice termocentrală pe păcură, unde cel puțin problema deșeurilor din gazele de ardere nu există.

Dacă se va opta pentru soluția utilizării calcarului la desulfurare va apărea, practic, o nouă industrie, întrucît acest calcar este de o calitate deosebită (în privința compoziției, originii rocilor, fineții de măcinare), iar cantitățile necesare sînt considerabile. Investiția pentru instalațiile de preparare a acestor calcare pudră este prima piatră de încercare. A doua este asigurarea transportului de la carieră la termocentrale. A treia este utilizarea calcarului la desulfurare și a patra, cu nimic mai prejos decît celelalte, este depozitarea sau valorificarea produselor rezultate din desulfurare.

Oricum, normele de emisie au intrat în vigoare și ele trebuie să fie respectate. Soluția momentană este trecerea pe păcură cu 1 % S (sau 2 %, după caz) și punerea în balanță a variantelor pentru viitor, pentru a putea lua o decizie cît mai rezonabilă, ținînd cont de perspectiva de viață a cazanelor, posibilități de aprovizionare cu păcură nesulfuroasă, posibilități de amplasare a instalațiilor de desulfurare în spațiul liber existent lîngă cazanele pe care urmează să le servească și nu în ultimul rînd, de penalități asupra funcționării cazanelor și influențe asupra costului de producere a energiei electrice și termice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Rentz, O. *Advanced Emission Control for Power Plants*, OECD, Paris, 1992

[2] Ordinul 462/1.07.93, MAPPM

[3] Bouscaren, R. *Aspects economiques de la reduction de la pollution atmospherique dans l'industrie*, Tempus, Protecția mediului în România, București, 17-30 iunie 1993

[4] Holschumacher, R. ș.a. *The use of Advanced SO_2 and NO_x Emission Control Tehnologies at Large Power Stations in European OECD Countries*, 1-3 sept.1993, Hamburg, "Conference on Thermal Power Generation & The Environment"

(Referent de specialitate: ing. Margarios Salgian - ISPE)

(Primit la 22 martie 1993, acceptat la 25 aprilie 1994)

Informații

În revista ENERGETICA nr. 3, seria B/1994, au apărut următoarele materiale:

EDITORIAL

ORIENTĂRI ÎN ENERGETICĂ

WALTER C. PATTERSON: Demande Side Management - De la Vest la Est ?

CONDUCEREA ȘI AUTOMATICA SEN

DORU PĂUNESCU, FELICIA LAZĂR: Considerații asupra unui plan de salvare a SEN la avarii grave

MIHAI MOGA: Consideratii privind conducerea cu calculatoare de proces a rețelelor și sistemelor electroenergetice

EUGENIU POTOLEA, SORIN PĂTRĂȘCOIU, VIOREL TABĂRĂ: Mediu integrat de programe pentru calculul regimului deformant în rețelele electroenergetice

STELIAN GAL, ALEXANDRU VASILIEVICI: Algoritme ale programelor protecției de distanță digitală

PUBLICATII NOI

MANIFESTĂRI TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

ROMULUS SFICHI: Aniversare

DIN ENERGETICA MONDIALĂ

PETRU COLUMBEANU: Supravegherea on-line a transformatoarelor de forță. Instalație electronică pentru anclanșarea automată a rezervei. Supraconductoare de mare performanță

OPINII

ION CONECINI: Relația dintre revista Energetica și activitatea de exploatare

TEHNOLOGII DE DESULFURARE

ing. Georgeta HRISTESCU, ing. Carmen CONDREA, sing. Ecaterina ZISSULESCU şi ing.Rodica MACARIE*

Aderarea României la actele normative ale Comisiei Economice Europene privind protecţia mediului şi apariţia Ordinului nr.462/1.07.1993 care limitează emisiile de poluanţi , determină luarea unor măsuri severe şi în ţara noastră pentru reducerea acestora, echiparea proceselor de producţie generatoare de poluanţi cu instalaţii de reţinere a poluanţilor, cenuşii şi pulberilor.

Dioxidul de sulf este unul din principalii poluanţi emişi la arderea combustibililor fosili în instalaţiile termoenergetice. În ţara noastră, pînă în prezent nu există o instalaţie de desulfurare industrială, deşi concentraţiile de dioxid de sulf în gazele de ardere evacuate în atmosferă depăşesc cu mult limitele impuse de norme.

În lucrare se prezintă preocupările specialiştilor noştri în domeniul reducerii oxizilor de sulf pe traseul gazelor de ardere (la fine cazan), metodele de desulfurare testate şi instalaţiile experimentale existente (metodele umedă şi semiuscată).

The Romania joining the standardizing net of the European Economic Committee on the environment protection and the issue of Order nr. 462/07.01.1993 that limite the pollutants emissions, implies the necessity to take severe measures in our country, too in order to reduce them, by fitting out the pollutant generating facilities by air pollutants and powers stopping devices.

The sulphur dioxide is one of the main pollutants emittes at the combustion of fossil fuels in the thermal power facilities. Until now, in our country there is no industrial desulphuration facility, although the sulphur dioxide concentration in the flue gases exhausted in the atmosphere exceed by the limits imposed by the international standards.

The paper presents our specialists' concerns in the field of sulphur oxides reduction on the flue gas circuit (at the boiler outlet), the tested desulphuration methods and the existing experimental facilities (wet and semi-wet methods).

Descriptori: desulfurare, centrale termoelectrice

Întreaga lume este confruntată astăzi cu una din cele mai mari catastrofe - **poluarea** -, ea fiind tributul plătit de prosperitatea economică şi industrială a secolului XX.

Statisticile arată că, în ciuda tuturor măsurilor luate de unele ţări, poluarea în Europa este mai

* Institutul de Cercetare şi Proiectare Echipamente Termoenergetice - ICPET S.A., Bucureşti

gravă decît în SUA şi în Japonia.

Pretutindeni industria provoacă poluarea atmosferei, apei şi solului, afectînd puternic sănătatea oamenilor.

Dioxidul de sulf este unul din poluanţii gazoşi emişi la arderea în instalaţiile termoenergetice a combustibililor fosili lichizi şi solizi ce conţin sulf. El este principalul poluant ce a determinat acidifierea accelerată a mediului din ultimele trei decenii. Principalul obiectiv al reducerii poluării îl constituie scăderea emisiilor de oxizi de sulf în atmosferă.

Foruri internaţionale limitează emisiile anumitor poluanţi (SO_2, NO_x şi pulberi) în atmosferă, funcţie de tipul de combustibil utilizat (solid, lichid, gazos) şi de puterea termică a cazanului (fig.1).

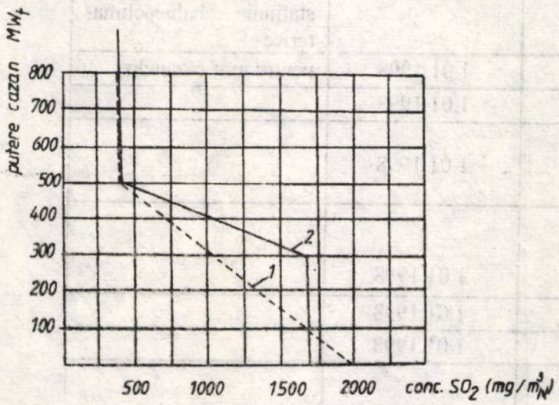


Fig. 1. Valorile limită pentru dioxidul de sulf funcţie de tipul de combustibil şi puterea instalaţiei : 1 -combustibil solid; 2 - combustibil lichid.

În Europa nu este convenit între state la nivel continental un sistem unic de norme de emisie de poluanţi. Singurele norme de emisie de poluanţi, convenite de un grup de ţări europene, sînt cele din 24 noiembrie 1988, cînd Comisia Economică Europeană a adoptat Directiva Consiliului 88/609/EEC din 28-29 iunie 1988 asupra limitării emisiilor de anumiţi poluanţi în atmosferă, funcţie de tipul de combustibil utilizat şi puterea termică a cazanului (tabelul 1).

În acest context era imperios necesar, din punct de vedere politic şi economic, ca România să se alinieze la aceste norme.Prin Ordinul nr.462/1.07.1993, Ministerul Apelor, Pădurilor şi Protecţiei Mediului aprobă *Condiţiile tehnice privind protecţia atmosferei* şi *Norma metodologică privind determinarea emisiilor de poluanţi atmosferici produşi de surse staţionare* [1].

Pentru cazanele energetice noi din cadrul RENEL care vor fi puse în funcţiune după 1.01.1998 se aplică valorile limită de emisie din tabelul 2 [2].

În prezent sînt utilizate cu succes mai multe metode de desulfurare:

a) **Metode de desulfurare primară**, ce constau în injectarea direct în focarul instalaţiilor de ardere a compuşilor de calciu (calcar sau var) sau compuşi ai calciului şi magneziului (dolomită) în diverse rapoarte molare Ca/S. Deşi foarte economică, această metodă are în instalaţiile termoenergetice clasice, randamente de reţinere a oxizilor de sulf pînă la maximum 60 %.

Tabelul 1

Norme de emisie
(Directiva europeană din 28 - 29 iunie 1988 pentru ţările CEE)

Tipul de combustibil	Putere termică [MWt]	Instalaţii noi puse în funcţiune după 1.07.1987 (concentraţii maxime în gazele de ardere uscate)*, mg/m^3 **		
		SO_2	NO_x	Pulberi
Solid	50 - 100	2000	650	100
	100 - 500	variaţie liniară între 2000 şi 400 mg/m^3**	650	100
	>500	400	650	50
Lichid	50 - 300	1700	450	50
	300 - 500	variaţie liniară între 1700 şi 400 mg/m^3	450	50
	>500	400	450	50
Gazos	> 50	35 (pentru anumite gaze 800)	350 350	5 50

* Se impune procentul de oxigen în gazele de ardere şi anume:
- pentru combustibilii solizi: 6 %
- pentru combustibilii lichizi şi gazoşi: 3 %

** m^3 în condiţii normale de presiune şi temperatură

Tabelul 2

Valori limită de emisie la cazanele energetice noi din cadrul RENEL (care vor fi puse în funcțiune după 1.01.1998)

Tip combustibil	Putere termică cazan [MW/t]	Concentrație maximă admisă în gaze [mg/m^3]	O_2 [%]	Data aplicării normei	Observații
a)Norme pentru SO_2 - solid	>150	randament de desulfurare 50 %	6	1.01.1998	pentru cazane energetice cu o durată res-tantă de viață 15 ani la data aplicării
- lichid	> 150	1700	3	1.01.1998	pentru cazane energetice cu capacitatea mi-că din mediul urban; pentru centralele din București, Constanța, stațiuni balneoclima-terice
	> 150	3400	3	1.01.1998	pentru restul cazanelor
- gaze naturale	> 150	50	3	1.01.1998	
- gaze indus-triale	> 150	1700	3	1.01.1998	
b) Norme pentru NO_2 - solid	> 150	800	6	1.01.1998	
- lichid	> 150	600	3	1.01.1998	
- gazos	> 150	500	3	1.01.1998	
c) Norme pentru pulberi - solid	50 - 500	150	6	1.01.1998	
	> 500	100	6	1.01.1998	
- lichid	> 150	50	3	1.01.1998	
- gazos	> 150	5	3	1.01.1998	

Desulfurarea prin injectarea aditivilor direct în focar este foarte eficientă și economică pentru cazanele de ardere în strat fluidizat circulant.

b) **Metode de desulfurare postcombustie**, pe traseul gazelor de ardere ce constau în contactul acestora cu diverse soluții absorbante care rețin oxizii de sulf și se pot clasifica în:

b.1 - *procedee de desulfurare umede*, în care oxizii de sulf din gazele de ardere sînt reținuți prin tratarea acestora cu diferite soluții absorbante (suspensie de calcar; lapte de var; amoniac; etc.), produșii finali de desulfurare (sulfat de calciu - ghipsul, respectiv sulfatul de amoniu) fiind obținuți în suspensie și necesitînd prelucrări speciale;

b.2 - *procedee de desulfurare semiuscate*, în care oxizii de sulf din gazele de ardere sînt reținuți prin tratarea acestora (cu soluții absorbante, suspensie de calcar sau lapte de var) în absorbere speciale, rezultînd produși finali de desulfurare (sulfat și sulfit de calciu) în stare solidă, care pot fi reținuți împreună cu cenușa zburătoare în instalațiile de desprăfuire ale cazanului.

Activitatea amplă de cercetare desfășurată pe plan mondial, de studiere și perfecționare a metodelor de desulfurare a gazelor de ardere (funcție de compușii chimici utilizați și de modul de lucru), s-a concretizat în obținerea unor randamente ridicate de reținere a oxizilor de sulf - mai mari de 95 %.

În alegerea procedeului de desulfurare trebuie să se țină seama de următoarele considerente tehnico-economice:

- mărimea centralei termoelectrice, vîrsta ei;
- spațiul disponibil pentru amplasarea instalației de desulfurare;
- disponibilitatea surselor de apă;
- starea de uzură a cazanelor și centralei termice;
- norme de imisii.

În țara noastră, deși concentrațiile dioxidului de sulf din gazele de ardere evacuate în atmosferă depășesc cu mult limitele impuse de normele internaționale pînă în prezent nu a fost proiectată și realizată o instalație industrială de desulfurare a gazelor de ardere rezultate din cazan.

În condițiile actuale din România, procedeul de desulfurare ce va fi aplicat trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să necesite investiții reduse pentru instalația de desulfurare;
- reactivul utilizat să fie ieftin;
- spațiul pentru amplasarea utilajelor să fie limitat;
- să fie posibil un control simplu al procesului;
- produșii finali să fie utili economiei naționale.

Lucrarea de față prezintă preocupările specialiștilor din cadrul Secției Protecția Mediului ICPET S.A în domeniul reducerii oxizilor de sulf pe traseul gazelor de ardere (postcombustie), metodele de desulfurare testate și instalațiile experimentale existente (metoda semiuscată și metode umede).

1. Procedeul semiuscat

Procedeul de desulfurare semiuscat dezvoltat de ICPET S.A este asemănător celui comercializat de firma Fläkt din Danemarca și prezintă următoarele avantaje:

- costuri mici de investiții pentru instalația de desulfurare (instalația utilizează oțeluri standard);
- procedeul poate fi aplicat și la instalațiile termoenergetice existente;
- spațiu redus pentru amplasarea instalației de desulfurare;
- control simplu al procedeului;
- costuri mici de energie electrică;
- consum relativ mic de apă (față de procedeele umede), putînd fi folosită chiar apă industrială pentru prepararea mediului absorbant;
- produșii finali rezultă în stare uscată, cu periculozitate mică pentru mediul înconjurător, putînd fi folosiți ca material de umplutură pentru exploatările miniere de suprafață și de adîncime.

Procedeul de desulfurare semiuscat este competitiv ca preț și poate fi aplicat atît la noi centrale termice, cît și la centrale existente.

Acest procedeu constă în pulverizarca unei suspensii alcaline absorbante într-un reactor special, unde oxizii de sulf reacționează cu suspensia absorbantă, avînd loc concomitent și evaporarea fazei apoase; ca urmare se obțin produșii finali în stare solidă [2-8].

Schema instalației de desulfurare semiuscată este redată în figura 2.

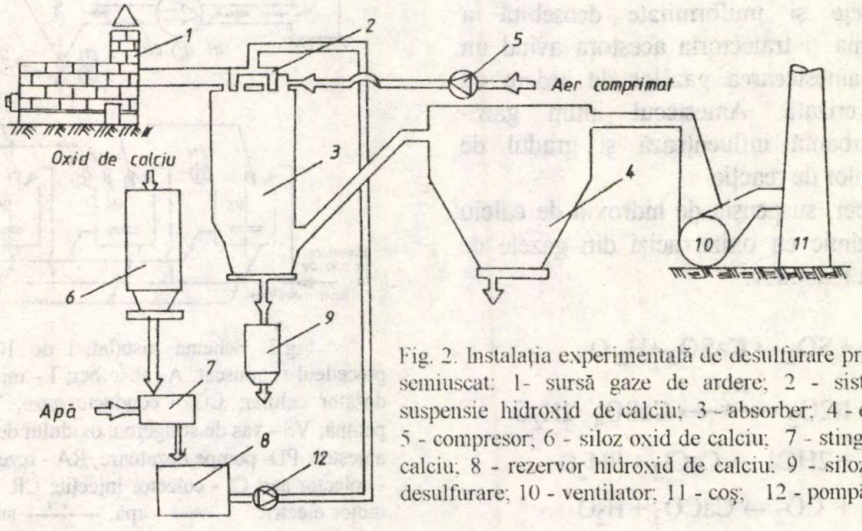


Fig. 2. Instalația experimentală de desulfurare prin procedeul semiuscat: 1- sursă gaze de ardere; 2 - sistem injecție suspensie hidroxid de calciu; 3 - absorber; 4 - electrofiltru; 5 - compresor; 6 - siloz oxid de calciu; 7 - stingător oxid de calciu; 8 - rezervor hidroxid de calciu; 9 - siloz produși de desulfurare; 10 - ventilator; 11 - coș; 12 - pompă.

Instalația de desulfurare semiuscată se compune din:

- instalația de preparare a suspensiei absorbante;
- absorberul de SO_2 ;
- instalația de desprăfuire.

Suspensia absorbantă de hidroxid de calciu se obține prin stingerea oxidului de calciu (var) într-un vas de stingere. Ea este apoi pompată la stația de dozare. Viteza de curgere a suspensiei de hidroxid de calciu este controlată prin intermediul unei pompe dozatoare cu viteză reglabilă. Debitul de hidroxid de calciu introdus în absorber este funcție de concentrația de SO_x din gazele de ardere. Dacă produșii finali de reacție conțin substanță nereacționată, o parte din aceștia se recirculă și se folosesc la prepararea suspensiei absorbante, cealaltă parte de produși finali fiind stocată într-un siloz.

Gazele de ardere sînt introduse în partea superioară a absorberului (componenta principală a instalației) unde are loc pulverizarea suspensiei proaspete de hidroxid de calciu. Debitul suspensiei absorbante este astfel reglat încît umiditatea relativă a gazelor să fie de 40-50 %, ceea ce permite obținerea în stare solidă a produșilor finali.

În procedeul semiuscat se pot aplica două tehnici de pulverizare a suspensiei de hidroxid de calciu:

- prin duze duale cu două fluide în care pulverizarea se face cu aer comprimat;
- cu automatizare de tip centrifugal.

Duzele duale cu două fluide ca sistem de pulverizare a suspensiei de hidroxid de calciu asigură o finețe și uniformitate deosebită a picăturilor, forma și traiectoria acestora avînd un rol decisiv în amestecarea gazelor de ardere cu suspensie pulverizată. Amestecul intim gaze-suspensie absorbantă influențează și gradul de uscare a produșilor de reacție.

În absorber, suspensia de hidroxid de calciu reacționează chimic cu oxizii acizi din gazele de ardere, conform reacțiilor:

$$Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$$

$$CaSO_3 + 1/2O_2 \xrightarrow{H_2O} CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

Simultan cu absorbția oxizilor acizi apa se evaporă, iar temperatura gazelor scade, rezultînd produși sub formă de pulbere fină uscată în gazele de ardere.

Din absorberul de SO_2, gazele curate ies pe la partea inferioară, lateral, și sînt introduse într-un electrofiltru sau filtru cu saci.

Spre deosebire de alte procedee, produșii finali rezultați la desulfurare sînt compatibili cu cenușa zburătoare și pot fi stocați în silozuri.

Randamentul de desulfurare prin procedeul semiuscat este ≥ 90 %, ceea ce a condus la aplicarea lui industrială în țări ca: Danemarca , Suedia, Anglia, Japonia.

Experimentările efectuate pe instalația pilot de Q = 2000 m^3/h (concepută, proiectată și executată în cadrul Secției Protecția Mediului) pentru concentrații de SO_2 în gazele de ardere pînă la 1500 ppm (4300 mg/m^3) au pus în evidență emisii sub 1000 mg/m^3.

Aceste rezultate au dus la proiectarea, în cadrul secției, a instalației de desulfurare experimentală prin procedeul semiuscat de 10000 m^3/h, executată de către SC COMELF - Bistrița și montată la cazanul de 30 t/h funcționînd pe păcură de la centrala termică de la SC VISCOfil SA - București (fig.3).

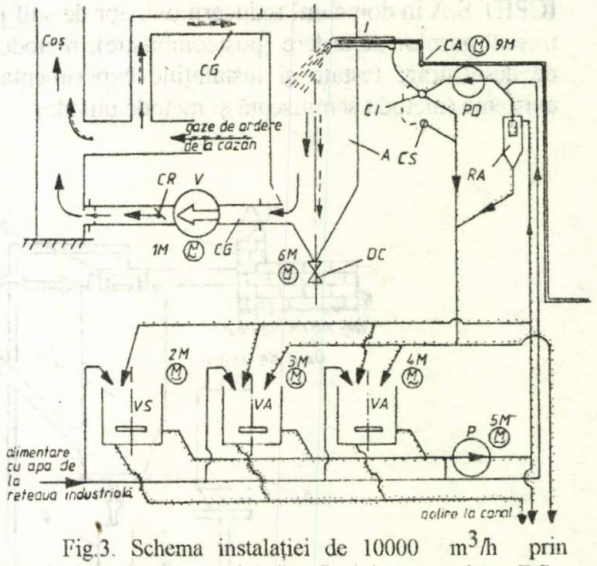


Fig.3. Schema instalației de 10000 m^3/h prin procedeul semiuscat: A- absorber; I - injector cu duze; DC - dozator celular; CG - conducte gaze; V - ventilator; P - pompă; VS - vas de stingere a oxidului de calciu; VA - vas de amestec; PD- pompa dozatoare; RA - rezervor alimentare; CA - colector aer; CI - colector injecție; CR - clapetă reglaj; M - motor electric; ——— apă; ····· suspensie hidroxid de calciu; ==== gaze cu oxizi de sulf; ——→ gaze desulfurate; ═══ aer comprimat; ····→ reziduuri.

Procedee umede

a) Procedeul umed cu calcar [10 - 12]

În unele metode de desulfurare pe calc umedă, absorbția oxizilor de sulf se realizează într-un mediu absorbant pe bază de calciu, magneziu sau amoniac, obținîndu-se ca produși finali: sulfatul de calciu (ghipsul), sulfatul de magneziu, respectiv sulfatul de amoniu.

Pentru desfășurarea cu randament bun a reacției de reținere a dioxidului de sulf din gazele de ardere, este necesar un contact intim între gaze și suspensia absorbantă, care se realizează prin stropirea gazelor cu suspensia absorbantă sau barbotarea lor în suspensia absorbantă.

Procedeul experimentat pe instalație pilot se bazează pe contactul dintre gazele de ardere și suspensia de absorbție într-un reactor prevăzut cu suprafețe de contact tip talere cu clopote.

Gazele de ardere conținînd dioxid de sulf pătrund printr-un distribuitor cu fante în reactor pe la partea inferioară și urmează un traseu ascendent. Ele străbat una sau două suprafețe de contact (taler cu clopote); dioxidul de sulf este reținut de suspensia de calcar, care este introdusă prin stropire pe la partea superioară a reactorului.

Suspensia absorbantă de pe talerul superior este adusă pe talerul inferior (prima suprafață de contact cu gazele de ardere) prin conducte exterioare reactorului, prevăzute cu armături care permit realizarea nivelului necesar pe taler, funcție de debitul de suspensie vehiculat în instalație.

Suspensia absorbantă circulă în contracurent cu gazele de ardere în așa fel încît gazele deja spălate pe talerul inferior (prima suprafață de contact) să întîlnească suspensia proaspăt introdusă pe la partea superioară a reactorului.

Suspensia se colectează la baza reactorului de unde parțial se recirculă și parțial se trimite la stația de epurare și recuperare a ghipsului ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) format în reacția de absorbție a dioxidului de sulf.

Schema instalației experimentale este prezentată în figura 4, iar în tabelul 3 sînt date rezultatele experimentale.

b) Procedeul umed cu suprafețe de contact în strat fluidizat cu NaOH [13- 17]

Dintre metodele de desulfurare umedă, tehnologia de desulfurare care utilizează ca mediu absorbant soda caustică se caracterizează prin randamente foarte ridicate, de peste 95 %. Această tehnologie, deși folosește ca materie primă un produs de sinteză, cu un cost ridicat , duce la consumuri mici prin utilizarea unui debit redus de soluție absorbantă, raportul L/G fiind subunitar, exprimat prin l/m^3 .

În acest context, în cadrul Laboratorului de Cercetare Protecția Mediului a fost concepută, realizată și experimentată instalația de desulfurare Q = 1000 m^3/h cu suprafețe de contact (bile de polipropilenă) în strat fluidizat, utilizînd ca mediu absorbant pentru reținerea dioxidului de sulf soluția de hidroxid de sodiu (fig. 5).

Gazele de ardere cu conținut ridicat de SO_2 , la temperatura de 90 - 100° C sînt introduse în reactorul de absorbție echipat cu suprafețe de contact (bile de polipropilenă) în strat fluidizat. După absorbția dioxidului de sulf, gazele trec prin separatorul de picături, fiind evacuate la coș.

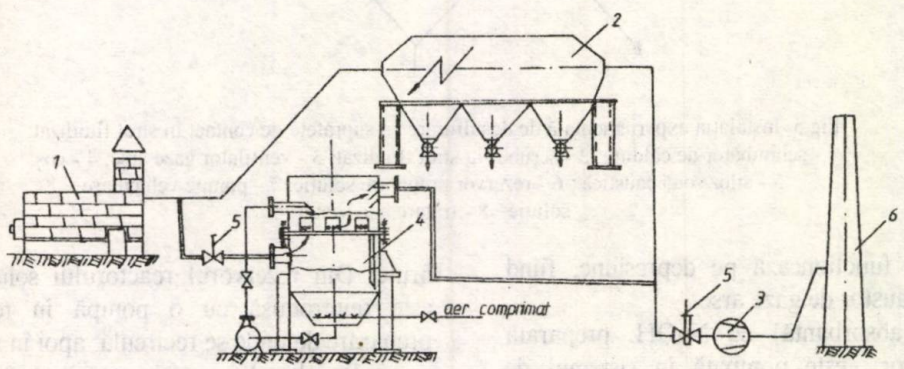


Fig. 4. Instalația experimentală de desulfurare cu calcar: 1- cuptor gaze de ardere; 2 - electrofiltru; 3 - ventilator; 4 - reactor absorbție SO_2; 5 - clapetă reglaj debit gaze; 6 - coș.

Tabelul 3

Rezultate experimentale

Suspensie absorbantă	Intrare instalație			Ieșire instalație			Grad de reținere SO_2
	Temperatură gaze	Concentrație SO_2		Temperatură gaze	Concentrație SO_2		
	[°C]	[ppm]	[mg/m^3*]	[°C]	[ppm]	[mg/m^3*]	[%]
Suspensie de calcar 10 %	70	1648	4708	18	140	400	91,50
	70	1455	4157	18	114	326	92,16
	70	1407	4020	18	110	314	92,18
	70	1876	5360	18	82	234	95,63
Suspensie de calcar 20 %	73	1470	4200	22	113	323	92,13
	73	1403	4008	23	87	248	93,80
	72	1819	5197	23	89	254	95,11
	72	1645	4700	23	78	223	95,26
	72	1470	4200	23	98	280	93,33
	72	1711	4888	23	77	220	95,50
Suspensie de hidroxid de calciu 10 %	80	1050	3000	27	62	177	94,10
	76	1560	4457	28	76	217	95,13
	80	1676	4788	27	89	254	94,69
	78	1940	5543	27	150	428	92,27
	76	2246	6417	28	109	311	95,15
	72	2354	6726	27	121	346	94,86

* m^3 în condiții normale de presiune și temperatură

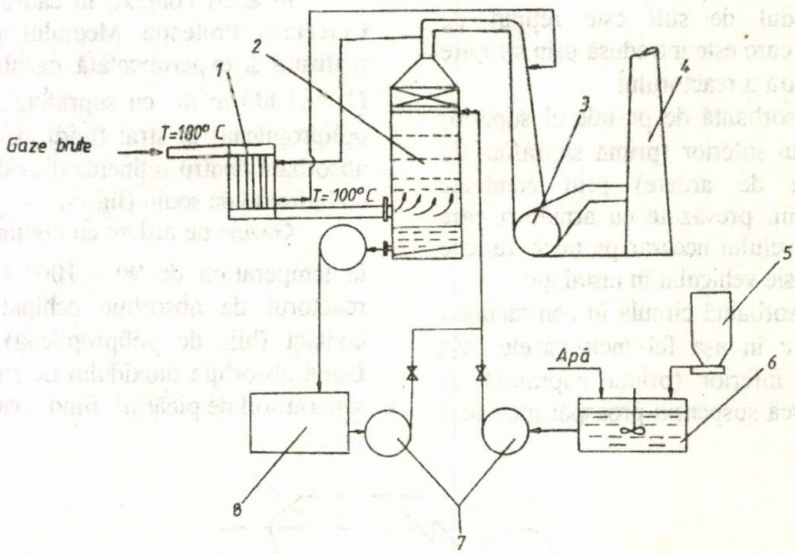


Fig.5. Instalația experiementală de desulfurare cu suprafețe de contact în strat fluidizat: 1 - schimbător de căldură; 2 - scruber în strat fluidizat; 3 - ventilator gaze arse; 4 - coș; 5 - siloz sodă caustică ; 6 - rezervor preparare soluție; 7 - pompe vehiculare soluție; 8 - tratare ape uzate.

Instalația funcționează pe depresiune, fiind echipată cu exhaustor de gaze arse.

Soluția (absorbantă) de NaOH, preparată într-un rezervor este pompată în sistemul de injecție al reactorului, în contracurent cu gazele brute. Din rezervorul reactorului soluția rezultată este reintrodusă cu o pompă în rezervorul de preparare de unde se recirculă apoi în reactor.

Rezultatele experimentărilor sînt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Rezultatele experimentărilor pe instalaţia pilot de desulfurare cu NaOH prin suprafeţe de contact în strat fluidizat

Parametrii determinaţi	Soluţie NaOH concentraţie 2,5 %			Soluţie NaOH concentraţie 5 %
	Reactor cu un tronson activ		Reactor cu două tronsoane active	Reactor cu un tronson activ
	Număr suprafeţe de contact		Număr suprafeţe de contact	Număr suprafeţe de contact
	500 bile	800 bile	2 x 500 bile	800 bile
Concentraţie medie SO_2 în gaze, la intrarea în reactor [ppm]	1409 2130 2818	1395 2119 2810	1414 2119 2811	1411 2128 2811
Concentraţie medie SO_2 în gaze, la ieşire din reactor [ppm]	675 1070 1539	138 291 426	112 249 376	70 152 260
Randament de desulfurare [%]	52,09 49,76 45,38	90,10 86,26 84,83	92,07 8,24 86,62	95,03 92,85 90,75

BIBLIOGRAFIE

[1] Ministerul Apelor, Pădurilor şi Protecţiei Mediului *Condiţii tehnice privind protecţia atmosferei* ,1993, Bucureşti

[2] Bengtsson, S., Ahman, S.*The Drypac flue gas desulphurization system - early Swedish operating experience.* In: Modern Power Systems,3, (1983), 8, p. 35

[3] Emerson, R.D. *Dry FGD - System: Start-up Performance and Acceptance Test,* In: Power Engineering, 88 (1984): 10, p.50

[4] *Drypac Fläkt wet/dry gas desulphuration system*

[5] xxx *Lodge Cottre. Spray Dry Scrubber System*

[6] Mustonen, J., Sjöholm, P. *Fläkt Drypac flue gas desulphurization plant at Salmisaari,* In: Fläkt Review, Nr.73 (1990), p.4-7

[7] Mosch, H. *Das Fläkt - Sprühabsorptionsverfahren.* In: B.W.K., nr.9 (1985), p.48-52

[8] Farber, P. *Production and disposal of wastes from dry and wet flue gas cleaning systemes* In: Energy, vol.11, No.11/12, p.1347-1356, 1986

[9] Pfeiffer, K.D. *Stand und Entwicklungsmöglichkeiten der Sprühasorptionsverfahren.* In: Technische Mitteilungen, 78 Jahrgang Heft 1/2 (1985), 16-22

[10] Bratu, E. *Operaţii şi utilaje în industria chimică,* vol.II, Bucureşti, Ed.Tehnică,. 1970

[11] Jinescu, V.V. *Utilaj tehnologic pentru industrii de proces,* Vol. III, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1989

[12] Mihail, R. *Reactoare în industria chimică,* Bucureşti, Ed. Tehnică, 1963

[13] Brady, J. D. *SO_x Removal from Evacuation Gas.* In:Control of Emission and Pollution Mag., September 1984, p.59 - 62

[14] Brandy, J.D. *Removal of Particles and SO_2 with Scrubbers.* In: Pollution Control Practices Mag., June 1982, p.73-77

[15] Brady, J. D. *Gas Washing Plants* - Brevet 4334897 June 1982

[16] Brady, J. D. *Gas Washing Solutions Regeneration* Process-Brevet 4379130, April 1983

[17] Barreteau, D. *Méthode de désulphurization des gases avec soda caustique.* In: Fluidisation Conférence

(Referent de specialitate: chim Eleonora Ataman-ICEMENERG)

(Primit la 7 februarie 1994, acceptat la 25 aprilie 1994)

DESULFURAREA UMEDĂ, CU CALCAR, A GAZELOR DE ARDERE PROVENIND DE LA CAZANE FUNCȚIONÎND PE PĂCURĂ, CĂRBUNE SAU MIXT

ing. LIVIU DRAGOȘ, ing. ALEXANDRU SAVU*

Lucrarea prezintă procedeul și instalația pilot experimentală de desulfurare umedă, cu calcar, debit 3000 m³/h, concepută și executată de ICPET, care este amplasată în CET Progresul. Totodată, în lucrare sînt arătate performanțele prevăzute și costurile estimative pentru o instalație industrială de desulfurare umedă, cu calcar, care să echipeze un cazan energetic de 420 t/h abur.

The paper presents the process and the facility of a wet desulphurisation and limestone using experimental pilot.This pilot has the capacity of 3000 m³/h and is designed and manufactured by ICPET (Research and Design Institute for Thermal Power Equipment), and is located in Combined Heat and Power (CHP) plant Progresul.

At the same time, the expected performances and the estimated costs for a wet desulphurisation industrial facility using limestone, equipping a power boiler of 420 t/h steam, are shown.

Descriptori: desulfurare, metodă umedă cu calcar, centrale termoelectrice

În cadrul programului național și mai ales european, de reducere a emisiilor poluante de la cazanele energetice, ICPET a abordat problema realizării, în țară, a unor instalații competitive și eficiente de desulfurare umedă, cu calcar, a gazelor de ardere.

Gazele de ardere provenite din arderea combustibililor fosili, lichizi ori solizi, conțin diverse cantități de dioxid de sulf (SO_2), cu efect poluant asupra mediului ambiant și nociv pentru sănătatea oamenilor.

Procedeul de desulfurare umedă

Reducerea substanțială a concentrației de praf și SO_2 din gazele de ardere se realizează prin utilizarea procedeului de desulfurare umedă, utilizînd ca agent de desulfurare, calcarul.

Fazele tehnologice caracteristice procedeului presupun desprăfuirea gazelor de ardere într-un scruber, de unde, saturate și răcite trec în sistemul de barbotare, principala componentă a instalației. Aici, prin amestecarea intensă a gazelor în suspensie de calcar, este reținut SO_2, cu o eficiență de peste 90 %. În continuare, printr-un separator de ceață și un preîncălzitor, gazele sînt eliminate la coș, cu un conținut de SO_2 și praf deosebit de scăzut, în limitele celor mai restrictive norme de emisii.

ICPET, în special prin Secția 4 - Divizia Cercetare, pe baza unei experiențe de peste 15 ani în domeniul desulfurării uscate, cu introducere de calcar în focarele cazanelor cu strat fluidizat, a inițiat de cîțiva ani lucrări specifice de laborator în domeniul desulfurării umede. Utilizînd datele obținute pe instalația de laborator a fost determinat procedeul prelimiar și s-a trecut la realizarea unei instalații pilot experimentale pentru desulfurarea unui debit de peste 3 000 m³*/h.

Instalația pilot de desulfurare umedă - ICPET

Instalația pilot, debit de peste 3000 m³*/h, a fost amplasată în CET Progresul - București, pentru experimentări în condiții reale, în vederea

* Institutul de Cercetare și Proiectare Echipamente Termoenergetice-ICPET, București

* m³ în condiții normale de presiune și temperatură

stabilirii definitive a procedeului şi tehnologiei de desulfurare a gazelor rezultate la arderea păcurii cu sulf. Instalaţia desulfurează o parte din gazele de ardere provenite de la un cazan de 420 t abur/h, funcţionînd pe păcură. Schema instalaţiei este prezentată în figura 1. Din canalul de gaze de ardere, după exhaustor, în apropierea coşului, gazele, cu o uşoară depresiune, sînt parţial preluate de ventilatorul instalaţiei experimentale şi introduse în scruber, în contracurent cu apa de răcire şi desprăfuire (injectată printr-o duză de stropire). De aici, gazele intră în compartimentul de distribuţie al reactorului şi, prin sistemul de ţevi prevăzute cu duze, trec în suspensia de calcar, unde are loc reţinerea SO_2 prin difuzia cu barbotare a gazelor în mediul apos.

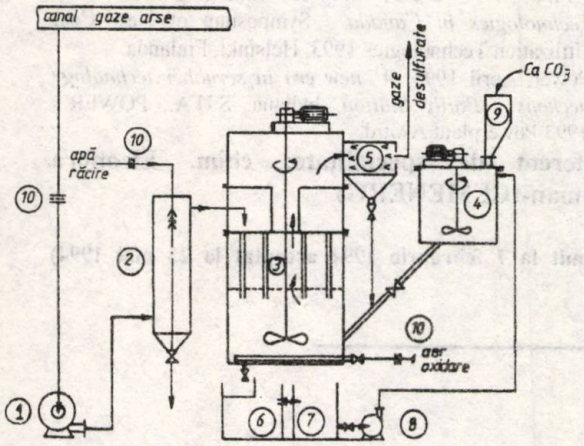


Fig.1. Schema instalaţiei pilot de desulfurare: 1 - ventilator; 2 - scruber; 3 - reactor; 4 - vas preparare; 5 - separator picături; 6 - decantor; 7 - vas tampon; 8 - pompă; 9 - buncăr calcar; 10 - diafragme.

Reactorul (vasul de absorbţie a SO_2) este prevăzut cu vizor, indicator de nivel şi diverse racorduri pentru: introducerea suspensiei de calcar şi golirea suspensiei de ghips, precum şi cu un sistem de introducere a aerului de oxidare, amplasat la baza reactorului. Sedimentarea suspensiei din reactor este evitată prin utilizarea unui agitator cu palete şi datorită aerului de oxidare care străbate suspensia. Gazele desulfurate ies din suspensie saturate şi trec printr-un separator de picături, părăsind în final instalaţia.

Suspensia de calcar (20 % calcar) este preparată într-un vas adiacent, prevăzut cu agitator. Alimentarea instalaţiei cu suspensie de calcar se face gravitaţional, printr-o conductă, direct în reactor, în zona de barbotare a gazelor, sau hidraulic, cu ajutorul unei pompe amplasate la sol.

Vasul de decantare a suspensiei de ghips rezultată din reacţie şi vasul tampon (de limpezire), din care se alimentează, cu pompa din circuit, vasul de preparare a suspensiei de calcar, sînt şi acestea, amplasate la sol.

Apele uzate provenite de la scruber sînt filtrate şi reutilizate în instalaţie, rămînînd, practic, doar o cantitate redusă de apă, pentru neutralizare în instalaţia de tratare a apelor reziduale.

Instalaţia experimentală pentru desulfurarea umedă, cu calcar, a gazelor de ardere, este concepută pentru un debit minim de 3000 m^{3*}/h, temperatura în reactor fiind între 60-80° C, concentraţia de SO_2 la intrare de peste 3000 ppm, raport molar Ca/S = 1,1; raport molar O_2 /S = 3, avînd ca produs rezultat ghipsul. Randamentul de desulfurare este de peste 90 %, indiferent de variaţia concentraţiei de SO_2 din gaze.

Instalaţie de desulfurare umedă - costuri estimative

Pe baza experienţei dobîndite în timpul realizării şi montării instalaţiei experimentale pilot şi a literaturii de specialitate disponibile, a fost posibilă evaluarea costurilor estimative în cazul unei instalaţii de desulfurare umedă, cu calcar, debit 600000 m^3/h, necesară cazanului de 420 t abur/h cuplat cu turbogenerator de 50 MW, costuri prezentate în continuare:

Premise:

1. Amortizare instalaţie	25 ani
2. Timp de funcţionare	6500 ore/an
3. Preţ - energie electrică	0,03 USD/kWh
- calcar măcinat	20,00 USD/t
- apă proces	0,04 USD/t
- ghips	20,00 USD/t
Costuri estimative:	
4. Cost investiţie	25000000,00 USD
5. Amortizare instalaţie desulfurare	0,0012 USD/kWh
6. Cost exploatare instalaţie desulfurare	0,0013 USD/kWh
7. Cost unitar investiţie	180,00 USD/kW

În situaţia desulfurării gazelor de ardere, pentru toate cazanele din ET Progresul, costul unitar al investiţiei se reduce cu peste 0 %, datorită

*m^3 în condiţii normale de presiune şi temperatură

existenței părților comune din instalație.

În scopul respectării normelor, pentru emisiile de SO_2, dar mai ales pentru micșorarea cheltuielilor de investiție foarte mari, poate fi aleasă soluția desulfurării parțiale a gazelor de ardere, în cadrul unei centrale cu mai multe cazane, astfel încît pragul emisiilor admis să nu fie depășit pe global. Această soluție este curent aplicată în cazul țărilor dezvoltate, în care termocentralele sînt obligate să respecte strict normele de emisii poluante.

Concluzii

ICPET S.A. pe baza experienței dobîndite în timpul realizării, punerii în funcțiune și efectuării experimentărilor cu prima instalație românească de desulfurare umedă, cu calcar, are competența de a proiecta în concepție proprie sau în cooperare cu firme străine, de mare reputație în domeniu, instalații de desulfurare umedă, la nivelul celor mai restrictive cerințe de mediu, pentru orice capacitate de cazan pe păcură, cărbune sau mixt, aflat în exploatare în centralele din țară.

Întrucît România, semnatară a convențiilor cu privire la protecția mediului, va trebui să respecte normele europene, se consideră importantă efectuarea unor cercetări și experimentări de către organizațiile de profil românești, în comun cu ICPET, pe instalația pilot, de desulfurare umedă.

Aceste eforturi comune se vor orienta către: dezvoltarea tehnologiei de fabricație în țară a echipamentelor de desulfurare eficiente și implementarea lor în centralele energetice, cu scopul limitării emisiilor poluante și evitării unor sancțiuni internaționale datorate lipsei măsurilor de protecție a mediului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Prins, W. L. *Hoogovens FGD at Belchatow Power Station*, Symposium of New Coal Utilization Technologies 1993, Helsinki, Finlanda.

[2] Pint, P., Lee, G. K. *Emerging Clean Coal Technologies in Canada*, Symposium of New Coal Utilization Technologies 1993, Helsinki, Finlanda.

[3] Power, April 1993, *A new era in scrubber technology beckons - Bailly Station*, Indiana, S.U.A., POWER's 1993 Powerplant Award.

(Referent de specialitate: chim. Eleonora Ataman-ICEMENERG)

(Primit la 7 februarie 1994 acceptat la 25 mai 1994)

In lucrarea de față este prezentată o trecere în revistă a modului de formare a oxizilor de azot în cursul procesului de ardere la cazanele termoenergetice și a metodelor de reducere a producerii oxizilor de azot (metode primare), precum și metodele de reținere a oxizilor de azot formați (metode secundare).

De asemenea, se prezintă unele aspecte economice referitoare la aplicarea celor două grupe de metode.

În ultima parte a lucrării sînt prezentate preocupările ICPET- S.A. referitoare la punerea la punct a unei tehnologii de tip SCR (reducere catalitică selectivă) pentru micșorarea conținutului de NO_x în gazele de ardere.

The paper presents an analysis on the nitrogen oxydes formation during the combustion process at the thermal power boilers and on the methods of reduction the nitrogen oxides formation (primary methods as well as the methods necessary to be applied for collecting the nitrogen oxides (secondary methods).

At the same time, some economic aspects related to the application of these two groups of methods are presented.

The last part of the paper presents the ICPET S.A. (Research and Desing Institute for thermal power equipment) concerns related to the completion of a SCR type technology necessary for reducing the nox content in the flue gases.

TEHNOLOGII MODERNE PENTRU ÎNDEPĂRTAREA NO_x DIN GAZELE DE ARDERE ALE CENTRALELOR CARE FOLOSESC COMBUSTIBILI SOLIZI

ing. PĂSCULETE ELISABETA, ing. ANGHELIDIS GABRIEL, ing. COMȘA CORNELIA*

Descriptori: eliminare NO_x, centrale termoelectrice

Printre marii agenți poluanți atmosferici un rol foarte important îl joacă oxizii de azot, cunoscuți sub numele generic de NO_x. O pondere foarte mare în emisia de NO_x o deține emisia de gaze de ardere de la grupurile termoenergetice.

1. Formarea oxizilor de azot în procesul de ardere al combustibililor

Oxizii de azot din gazele de ardere conțin,în principal, monoxidul de azot, NO, și dioxidul de azot, NO_2. În gazele de ardere eșapate de grupurile termoenergetice monoxidul de azot are o pondere de aproximativ 90 %. Dioxidul de azot ca și ceilalți oxizi superiori ai azotului (prezenți în urme în gazele de ardere) rezultă ulterior, printr-o oxidare a monoxidului inițial format. Oxidarea se produce pe seama oxigenului în exces și este catalizată de prezența particulelor solide din gazele arse, respectiv de oxizii metalici conținuți în cenușa antrenată.

După modul de formare se deosebesc mai multe tipuri de monoxid de azot:

- NO termic;
- NO promt;
- NO combustibil.

* Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Echipamente Termoenergetice-ICPET S.A., București

Dintre aceste forme de monoxid de azot ponderea cea mai importantă o prezintă NO combustibil.

2. Metode de reducere a conținutului de NO_X din gazele arse

Conținutul de oxizi din gazele arse poate ajunge pînă la valori de 0,2 - 2,0 g/m^{3*}.

În tabelul 1 sînt prezentate concentrațiile limită de NO_X pentru Austria și Germania, funcție de capacitatea instalațiilor [1].

Tabelul 1

Valori limită pentru NO_X în emisii de gaze de ardere la grupurile termoenergetice din Austria și Germania

Combustibil	Mărime instalație [MWtermici]	Valoare limită a emisiilor [mg/m^{3*}]	
		Austria	Germania
Cărbune	50 - 150	400	400
	150 - 300	300	200
	300	150	-
Păcură	50 - 150	300	300
	150 - 300	200	150
	300	100	-
Gaz natural	50 - 150	200	200
	150 - 300	150	100
	300	80	-

În tabelul 2 sînt prezentate valorile limită pentru cîteva state.

Tabelul 2

Valori limită pentru NO_X în atmosferă pentru cîteva state

	Germania	Olanda	Suedia	S.U.A.
Valoare medie anuală [g/m^{3*}]	0,08	0,05	0,05	-
Valoare maximă pentru perioade scurte [g/m^{3*}]	0,20	0,15-0,30	0,15	0,10

Pentru încadrarea în aceste limite se recomandă o serie de măsuri, care se pot clasifica în două categorii :

- măsuri care vizează reducerea formării oxizilor de azot în cursul procesului de ardere - *măsuri primare;*
- măsuri care vizează reținerea de azot din gazele de ardere - *măsuri secundare.*

2.1. Măsuri primare de reducere a formării de NO_X

Formarea oxizilor de azot este influențată de următorii factori care țin de geometria și de modul de exploatare ale cazanelor termoenergetice [2]:

- coeficientul de exces de aer;
- sarcina cazanului;
- tipul și amplasarea arzătoarelor;
- temperatura din focar.

Prin măsurile primare se acționează direct asupra acestor factori.

Principalele măsuri primare recomandate a fi utilizate sînt:

- arzătoare cu NO_X scăzut;
- ardere nestoechiometrică;
- recircularea gazelor.

Instalarea de arzătoare cu NO_X scăzut a început a fi practicată în S.U.A. și Japonia din 1970. Folosirea lor a început în Europa din anii '80. Prin aplicarea acestor arzătoare se poate realiza o reducere a emisiei de NO_X de 30-60 %.

Arderea nestoechiometrică se referă la arderea combustibilului cu deficit de oxigen în partea de jos a focarului și cu adăugare de aer în aval. Se aplică la noile tipuri de cazane din Japonia și S.U.A. începînd din 1970. Folosirea acestei tehnici a început de cîțiva ani și în Europa. Prin aplicarea acestei metode pot apărea și efecte secundare nedorite, cum ar fi coroziunea în mediu reducător.

Recircularea gazelor este o tehnologie proprie instalațiilor cu păcură și la cele cu cărbune la care arderea cărbunelui se produce la temperatură ridicată. Gradul de recirculare al gazelor de ardere răcite este de 10 - 20 %. Se obține un grad de reducere al emisiilor de NO_X de 20 % , pentru cărbune, 40 % pentru păcură și de pînă la 50 % pentru gaz. Această tehnologie se poate aplica atît în instalațiile noi, cît și în cele modernizate. Pentru instalațiile modernizate apar probleme privind regimul de stabilitate al flăcării și absorbția căldurii în focar.

Prin combinarea metodelor primare se poate

* m^3 în condiții normale de presiune și temperatură (se folosește în toată lucrarea)

atinge un grad de reducere a NO_x de aproximativ 80 %. Datorită investiţiilor mici comparativ cu metodele secundare, aceste metode se recomandă a fi aplicate la grupurile termoenergetice noi. La grupurile vechi aplicarea acestor metode prezintă inconveniente, cum ar fi: înfundarea traseelor de fum, murdărirea acestora, accentuarea fenomenelor de coroziune, instabilitatea flăcării, scăderea eficienţei. Pentru grupurile vechi se recomandă aplicarea unor metode secundare.

2.2. Măsuri secundare de reducere a conţinutului de NO_x în gazele de ardere

În figura 1 este prezentată o schemă de clasificare a procedeelor secundare de reţinere a oxizilor de azot formaţi în procesul de ardere. După faza în care se produce reţinerea emisiilor de azot metodele secundare se clasifică în:

- metode umede;
- metode uscate.

Procedeele de reducere-absorbţie reţin simultan atît oxizii de sulf, cît şi pe cei de azot. Reducerea oxizilor de azot este condusă pînă la azot molecular. Ca mediu de reducere se practică, de exemplu, pentru tehnologia U.O.P. [6], o soluţie de acid formic sau de formiaţi alcalini şi de chelaţi feroşi ai acidului etilendiaminotetraacetic. Procedeul a fost testat la nivel de laborator şi de pilot la un debit de 5000 m^3/h. Cu această tehnologie se va echipa un bloc de 700 MW la Heyden.

Principalele dezavantaje ale procedeelor umede sînt:

- investiţii mari;
- consumuri mari de chimicale;
- costuri ridicate de operare.

În tabelul 3 sînt prezentate costurile rezultate din aplicarea tehnologiei Buckau-Walther la reţinerea oxizilor de azot.

2.2.2. Metode uscate

Aceste metode pot fi grupate în mai multe categorii:

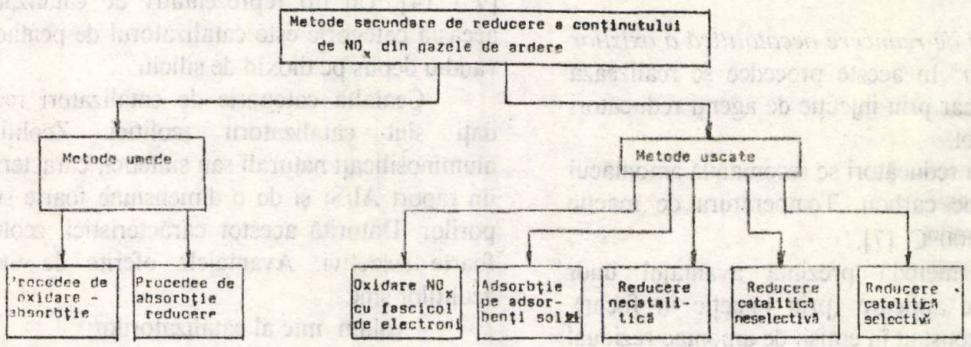


Fig. 1. Clasificarea metodelor secundare de reducere a conţinutului de NO_x în gazele de ardere.

2.2.1. Metode umede

Aceste metode se bazează pe două tipuri de secvenţe:

- oxidare - absorbţie;
- absorbţie-reducere.

În cazul proceselor de oxidare-absorbţie se practică oxidarea NO la o formă care să poată fi absorbită uşor într-o soluţie bazică, de preferinţă o soluţie amoniacală. Se preferă trecerea oxizilor de azot în forma trioxidului de azot, N_2O_3 . Ca agenţi de oxidare se pot folosi acidul sulfuros [3], sau ozonul [4,5].

Varianta de oxidare cu ozon Buckau-Walther a fost aplicată în cazul a trei instalaţii industriale pe debite de gaze de ardere ce pot varia între 250000 - 1400000 m^3/h.

Procedeu folosind fascicol de electroni (EBDS-electron beam dry scrubbing): se bazează pe stimularea de către electroni a formării de radicali liberi şi de ioni. Se realizează atît reţinerea oxizilor de sulf, cît şi a celor de azot, sub forma sărurilor de amoniu [7]. Procesul este influenţat de temperatura şi de umiditatea gazelor de ardere. Principala problemă a procesului o constituie realizarea iradierii în condiţii de siguranţă. Procedeul este aplicat la fază de pilot.

Procedeu de absorbţie utilizînd absorbenţi solizi: Se realizează reţinerea oxizilor de azot pe un material absorbant cum este cărbunele activ uscat, apoi reducerea oxizilor absorbiţi [8].

Acest procedeu prezintă dezavantajul unui cost ridicat al materialului absorbant şi al

regenărării acestuia. A fost cercetat la nivel de laborator.

Tabelul 3

Performanţele economice ale procesului Buckau-Walther de reţinere a oxizilor de azot din gazele de ardere

	Valoare numerică
NO, kg/h	1600
Eficienţă de reducere,%	90
Conţinut final de NO, mg NO/m^3*	80
Consum NH_3 ,kg/h	800
Cheltuieli NH_3/h,M/h	400
Costuri NH_3/an (5000 h/an), DM	2000000
Consum ozon, kg/h	1800
Cost ozon, DM/h	3150
Cost ozon/an, DM	15800000
Total cheltuieli, DM/an	17800000
Recuperare sub formă de îngrăşăminte DM/an	4000000
Cheltuieli nerecuperate,DM/an	13800000
Cheltuieli specifice, Pf/kWh	0,38

* m^3 în condiţii normale de presiune şi temperatură

Procedee de reducere necatalitică a oxizilor de azot formaţi: În aceste procedee se realizează reducerea în focar prin injecţie de agenţi reducători a oxizilor de azot.

Ca agenţi reducători se recomandă amoniacul şi monoxidul de carbon. Temperatura de reacţie este de 900 - 1000°C [7].

Această metodă prezintă avantajul unor costuri mici de aplicare (prin injecţie în focar). Dezavantajele constau în emisii de amoniac rezidual şi de produşi secundari de reacţie, ca şi în formarea unor depozite de bisulfat de amoniu, dacă combustibilul are un conţinut mare de sulf.

Procedee de reducere catalitică neselectivă: Drept catalizatori se utilizează metale platinice suportate. Pe aceşti catalizatori pot apărea reacţii secundare soldate cu consum de agent reducător. Temperatura de lucru este de 250 - 500°C . Se atinge un grad de reducere de 60 %. Acest sistem a fost dezvoltat în Japonia. El echipează 10 unităţi cu un gabarit foarte mare. Prezintă dezavantajul unui catalizator scump.

Procedee de reducere catalitică selectivă: În acest procedeu se realizează reducerea catalitică selectivă cu agenţi reducători, dintre aceştia recomandîndu-se amoniacul. Reacţiile chimice simplificate sînt:

$$6NO + 4NH_3 \longrightarrow 5N_2 + 6H_2O$$

$$6NO_2 + 8NH_3 \longrightarrow 7N_2 + 12H_2O$$

Parametrii care influenţează reducerea catalitică selectivă a oxizilor de azot sînt:

- temperatura de reacţie (300 - 400°C);
- raportul molar NH_3/NO_x (< 1);
- viteza gazelor arse prin stratul de catalizator;
- conţinutul de oxigen din gazele de ardere;
- fasonarea catalizatorului (căderea de presiune pe catalizator să fie minimă).

În practica industrială catalizatorii de reducere a NO_x au fost dezvoltaţi pe două direcţii principale:

- catalizatori oxidici pe suport;
- catalizatori zeolitici.

Catalizatorii oxidici pe suport conţin un oxid sau un amestec de oxizi ai unor metale tranziţionale cum ar fi vanadiu, fier, cupru, molibden, titan, crom, depuşi pe suport. Aceşti catalizatori sînt depuşi pe suporţi de oxizi refractari, cum ar fi dioxid de siliciu, dioxid de zirconiu, dioxid de titan [9 - 14]. Un tip reprezentativ de catalizator din această categorie este catalizatorul de pentaoxid de vandiu depus pe dioxid de siliciu.

Cealaltă categorie de catalizatori recomandaţi sînt catalizatorii zeolitici. Zeoliţii sînt aluminosilicaţi naturali sau sintetici, caracterizaţi de un raport Al/Si şi de o dimensiune foarte strictă a porilor. Datorită acestor caracteristici, zeoliţii sînt foarte selectivi. Avantajele oferite de utilizarea zeoliţilor sînt:

- volum mic al catalizatorilor;
- nu se produce oxidarea SO_2 la SO_3;
- pierderi de amoniac foarte mici;
- durata de viaţă limitată numai de eroziunea mecanică.

Sînt recomandaţi catalizatori zeolitici nemodificaţi, în care o parte din cationii alcalini este înlocuită cu alţi cationi de tipul H^+ , Fe^{2+}, Cu^{2+} etc. Aceşti catalizatori sînt operanţi la temperaturi de 300 - 350°C, asigurînd conversii de peste 93 % [15 - 17].

Forma de fasonare a catalizatorului joacă un rol foarte important, deoarece este necesar ca pierderea de presiune pe catalizator să fie cît mai mică. Catalizatorul se poate prezenta sub formă de granule, inele, plăci. Companiile japoneze recomandă un fasonat de tip fagure, care prezintă avantajele:

- nu se astupă cu praf;

Concluzii

1. Metodele de eliminare a oxizilor de azot din gazele de ardere pot fi clasificate în:

- metode primare - care intervin asupra procesului de ardere, reducînd emisia de NO_x ; sînt în general metode constructive;

- metode secundare - prin care se elimină parțial, prin diferite procedee fizice sau chimice, oxizii de azot din gazele arse.

2. Metodele primare sînt mai puțin costisitoare, dar ele prezintă dezavantajul că nu pot fi aplicate la grupurile energetice vechi din motive constructive.

Metodele secundare sînt eficiente, dar costisitoare. Aceste metode pot fi aplicate și singure. Aplicarea lor se recomandă în special grupurilor energetice vechi . Dintre metodele secundare se detașează procedeul de reducere catalitică selectivă.

3. În ICPET - S.A. există o serie de preocupări privind reducerea conținutului de NO_x din gazele de ardere ale combustibilor fosili în cazane, avîndu-se în vedere următoarea etapizare a acestora:

- experimentări la nivel de laborator pentru caracterizarea unor catalizatori;

- realizarea unei instalații pentru pilotarea procesului de reducere catalitică selectivă a NO_x;

- experimentări și elaborarea tehnologiei .

BIBLIOGRAFIE

[1] xxx *NO_x Task Force. Technologies for controlling NO_x Emisions from stationary sources.*

[2] Kosinov, O. J., Dubovşii, A.N. In: Energetika I elektrifikația, nr.3 (117), iulie-septembrie (1993), 47-48.

[3] Brevet U.K. 2 186 526/1987

[4] Brevet Fr. 2 527 472/1984

[5] Brevet Fr. 2 546 075/1984

[6] Brevet Fr. 2 532 558/1984

[7] Necker, P *Uberlick Über die NO_x* Minderungmassnahmen in Europa in Symposium Karlsruhe 21-22 Feb.1985.

[8] Brevet U.K. 2 096 723/1986

[9] Dieckmann, von A., Gutberied, H *Activitatsbestimmung von DENOX - Katalysatoren in einer Laborme apparatur* In: V.G.B. Kraftwerkstechnick 67, Heft 12, Dec. 1987

[10] Brevet Fr. 2 582 964/1986

[11] Brevet DE 37 01 527/1991

[12] Brevet U.S.A. 4 828 806/1989

[13] Brevet DE 39 34 360/1992

[14] Brevet DE 40 38 054/1992

[15] Brevet U.K. 2 093 863/1979

[16] Brevet Fr. 2 568 789/1986

[17] Brevet U.K. 2 193 655/1987

(Referent de specialitate: dr. chim. Magdalena Matei - ICEMENERG)

(Primit la 24 ianuarie, acceptat la 25 mai 1994)

Discuții

Prof. dr. ing. Corneliu Ungureanu - U.T. Timișoara. Articolul tratează geneza formării oxizilor de azot în procesul de ardere a combustibililor fosili și iterează metodele primare și secundare menite să reducă concentrația acestei noxe sub limitele admise de legislația în vigoare.

Deși este recunoscut că procedeul de reducere catalitică selectivă (SCR) realizează cel mai înalt grad de reducere a oxizilor de azot din gazele de ardere, este în același timp și cel mai scump, datorită investițiilor mari și cheltuielilor de exploatare ridicate. În plus, aplicarea acestui procedeu necesită și un spațiu destul de mare în care să se amplaseze utilajele necesare.

Ca urmare, în ultimul timp pe plan mondial există procupări pentru aplicarea procedeului de reducere selectivă necatalitică (SCNR) a oxizilor de azot din gazele de ardere. Acest procedeu se folosește atunci cînd cheltuielile pentru deNO_x -are nu trebuie să fie prea mari, cînd există pericolul de otrăvire a catalizatorului sau cînd spațiul avut la dispoziție este limitat. Condiția necesară este însă ca agentul reducător, amoniac sau în ultima vreme uree, să fie injectat la temperaturi înalte (1200-1250)K, capabile să asigure furnizarea energiei termice necesară reacțiilor endoterme de descompunere, care inițializează lanțul reacțiilor de reducere.

Procedeul SNCR se pretează a fi aplicat la retehnologizarea actualelor cazane, indiferent de combustibilul folosit și de aceea sugerăm luarea sa în considerare, nu atît pentru completarea articolului menționat, cît mai ales ca o sugestie pentru cercetările viitoare ale valorosului colectiv din care fac parte autorii.

Răspuns

Ing. Elisabeta Păsculete ş.a. - ICPET S.A. Bucureşti: Principalul impediment în calea aplicării procedeului selectiv necatalitic (SNCR) constă în prezenţa reacţiilor secundare datorate NH_3 în zona focarului. La 700^0 C, în prezenţa oxizilor metalici din cenuşă, NH_3 este oxidat de oxigenul în exces din gazele de ardere la monoxid de azot.

Alte dezavantaje legate de aplicarea acestui procedeu se referă la:

- dificultăţi în legătură cu menţinerea regimului termic, care este necesar a fi păstrat în anumite limite;
- apariţia emisiilor de amoniac;
- apariţia în diferite părţi ale cazanului (de exemplu la preîncălzitorul de aer) a depozitelor de bisulfat de amoniu, cînd se ard compuşi cu mult sulf;
- apar probleme de construcţie la răcirea duzelor de injecţie a amoniacului;
- pentru aplicarea procedeului SNCR este necesară modificarea traseelor de gaze de ardere.

Se recomandă aplicarea acestui tip de instalaţii numai la cazanele de mică capacitate (pînă la 150 MW).

Gradul de reducere a oxizilor de azot aplicînd acest procedeu este de maximum 60 %.

Acest procedeu nu se recomandă a fi utilizat pentru cazanele pe cărbune. Rezultatele obţinute la aplicarea acestei tehnologii pe o unitate de 265 MW ce funcţionează pe cărbune (Japonia la Isogo P.S. nr.1) nu au fost satisfăcătoare.

Publicaţii noi

Salutăm apariţia unei noi publicaţii din domeniul energeticii - în limba engleză - al cărui redactor-şef, prof. dr. Gheorghe Preda, prezintă o garanţie pentru nivelul ştiinţific al conţinutului.

Cele două redacţii - a revistei Energetica şi a noii publicaţii - şi-au propus o colaborare permanentă din punctul de vedere conceptual şi al tematicii.

Le urăm succes!

REDACŢIA

NATURAL RESOURCES AND ENERGY: NON-DISSIPATION AND MANAGEMENT
An International Journal
ISSN 1071 - 3603

Revista internaţională sus-menţionată, va apare trimestrial, începînd cu anul 1994. Editorul revistei este the International Association for Conservation of Natural Resources and Energy, Inc., cu sediul în New York, U.S.A.

Revista va publica articolele unor autori de prestigiu internaţional, articole care privesc mai ales tehnologiile avansate non-disipative, managementul în acest domeniu. Nu vor fi omise, evident, nici aspectele econo-mice, de politică naţională sau interna-ţională, sociale etc. Atenuarea poluării mediului ambiant este de asemenea în atenţie.

Sînt avute în vedere o gamă largă de resurse naturale cum sînt cele minerale, energetice, inclusiv nucleare, sol, apă, lemn etc.

Preţul unui abonament este de $ 50.00. Abonamentele se pot face la următoarea adresă: IACNRE, P.O. Box 487, Flushing, NY 11372-0487, New York, U.S.A. Tel & Fax (718)639-7709.

Aşteptăm de asemenea colaborările dvs. care vor fi analizate cu toată atenţia în vederea publicării.

Masă rotundă "Costurile depoluării în energetică"

DISCUȚII GENERALE

dr. ing. Călin Mihăileanu

Din subiectul mult discutat, al rolului arderii combustibililor fosili în crearea sau amplificarea prezenței în atmosferă a așa-zișilor "gaze de seră" (greenhouse gases) se desprind următoarele idei:

Aceste gaze sînt în principal: CO_2, CH_4, NO_x și CFC.

Primele două sînt cele care îngrijorează cel mai mult, prin creșterea manifestă a lor în atmosfera terestră, constatată în ultimele două sute de ani, îndeosebi a bioxidului de carbon. De o atenție deosebită se bucură "bugetul CO_2" (vezi articolul E.T. Sundquist: *The Global Carbon Dioxide Budget* din revista Science din 12.01.1993, p.939, pe baza căruia este alcătuit tabelul de mai jos și reprezentarea grafică ce urmează):

Bugetul CO_2 (G + C)

	Depozitat	Schimburi anuale cu atmosfera		
		Emisii	Absorbit	Sold
Atmosferă	750	-	-	-
Păduri	550	102	100	+2
Sol	1500			
Suprafața oceanelor	1000	90	92	-2
Oceane în profunzime	38000	-	-	-
Ardere combustibili fosili	0	6	0	+6
Alte procese antropogene	0	2	2	0
TOTAL	41800	200	194	+6

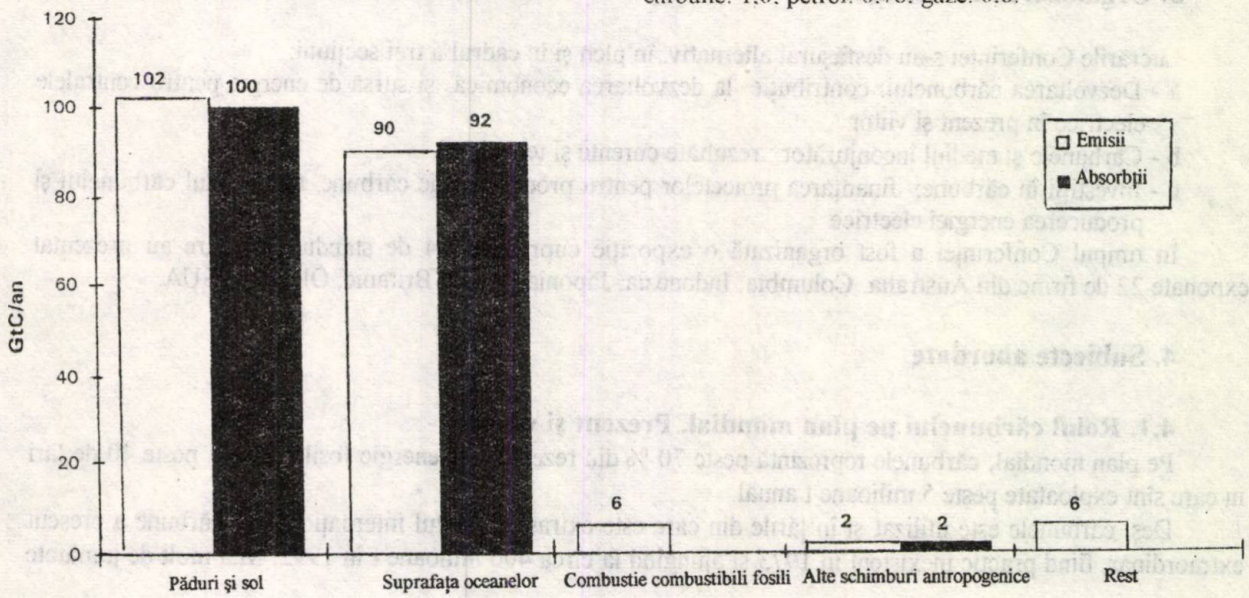
Deși aceste date sînt doar estimative și în legătură cu natura și explicațiile proceselor de schimb există multe incertitudini, ele par a întruni asentimentul cîtorva dintre cei mai autorizați specialiști pe plan mondial în materie.

Se poate remarca atît disproporția dintre emisiile antropogene necompensate produse prin arderea combustibililor fosili (6 GtC/an) ce constituie subiectul nostru și marile cicluri compensate ale naturii (cîte circa 100 GtC/an atît emise, cît și absorbite de fiecare dintre cele două sisteme: pe de o parte oceanul planetar și pe de alta solul planetar și vegetația suportată pe acesta). Dacă facem referire la cantitatea de CO_2 depozitată în aceste sisteme (circa 40000 GtC, precumpănitor în oceane) disproporția devine uriașă, iar cele 6 GtC/an apar "minuscule". Cu toate acestea, ele sînt elementul perturbator care amenință să strice echilibrul natural și să fie cauza unei potențiale schimbări a climei.

În concluzie se poate arăta:

- Arderea combustibililor fosili, datorată oamenilor, contribuie cu 3 % din totatul emisiilor de carbon.
- Emisiile de metan din folosirea cărbunelui, gazelor naturale și petrolului, contribuie cu mai puțin de 20 % din totalul emisiilor pe plan global.
- Emisiile de NO_x rezultate din activități umane sînt în cel mai rău caz jumătate cît cele emise natural.

Contribuțiile relative ale combustibililor fosili la emisiile de CO_2 , la conținut energetic identic, sînt: cărbune: 1,0; petrol: 0,78; gaze: 0,6.



Graficul ciclul carbonului.

CĂRBUNE PENTRU DEZVOLTARE

A doua Conferinţă a Institutului Mondial al Cărbunelui (WCI),

24 - 26 martie 1993

Centrul de Conferinţe "Regina Elisabeta a II-a" - Londra

1. Organizatorul conferinţei

Institutul Mondial al Cărbunelui (World Coal Institute) - WCI este o asociaţie neguvernamentală, non-profit, a întreprinderilor producătoare de cărbune. Organizaţia este deschisă tuturor producătorilor de cărbune de pe glob. În prezent, la WCI au aderat 33 de companii din 13 ţări (Africa de Sud, Australia, Canada, China, Columbia, Franţa, Indonezia, Italia, Japonia, Marea Britanie, Noua Zeelanda, Rusia, SUA) de pe şase continente.

Prima Conferinţă Internaţională a WCI a avut loc în aprilie 1991 şi a fost intitulată **Cărbunele în mediul înconjurător.** Aceasta a reunit miniştri ai energiei, factori de decizie ai unor organizaţii internaţionale şi 393 de participanţi din 43 de ţări.

2. Participanţi

La a doua conferinţă a WCI au participat factori importanţi ai executivului şi experţi din 51 de ţări producătoare şi/sau utilizatoare de cărbune. Au fost prezentate 75 de lucrări de către autori proveniţi din 25 de ţări.

Au fost prezente personalităţi ale Parlamentului Britanic, ale unor guverne şi ale unor organisme internaţionale (Agenţia Internaţională a Energiei, Naţiunile Unite - Departamentul dezvoltării economice şi sociale - Divizia Ştiinţă, Tehnologie, Energie, Mediu şi Resurse Naturale, Banca Mondială, Organizaţia Latino-Americană a Energiei).

Din România au participat prof. Aureliu Leca, preşedinte RENEL şi dr. Magdalena Matei - ICEMENERG, care au prezentat şi lucrări.

3. Organizarea conferinţei

Lucrările Conferinţei s-au desfăşurat alternativ, în plen şi în cadrul a trei secţiuni:

a - Dezvoltarea cărbunelui: contribuţie la dezvoltarea economică şi sursă de energie pentru centralele electrice în prezent şi viitor

b - Cărbunele şi mediul înconjurător : rezultate curente şi tehnologii

c - Investiţii în cărbune: finanţarea proiectelor pentru producerea de cărbune, transportul cărbunelui şi producerea energiei electrice

În timpul Conferinţei a fost organizată o expoziţie cuprinzînd 34 de standuri, în care au prezentat exponate 22 de firme din Australia, Columbia, Indonezia, Japonia, Marea Britanie, Olanda şi SUA.

4. Subiecte abordate

4.1. Rolul cărbunelui pe plan mondial. Prezent şi viitor

Pe plan mondial, cărbunele reprezintă peste 70 % din rezervele de energie fosilă. Există peste 40 de ţări în care sînt exploatate peste 5 milioane t anual.

Deşi cărbunele este utilizat şi în ţările din care este extras, comerţul internaţional de cărbune a crescut extraordinar, fiind practic inexistent în 1973 şi ajungînd la circa 400 milioane t în 1992. Mai mult de jumătate

(55 %) este cărbune utilizat în scopuri energetice. Prognozele arată că în 2010 comerțul cu cărbune îl va depăși pe cel cu petrol.

Cărbunele a jucat un rol important în dezvoltarea economică a Marii Britanii, a altor țări din Europa și a Americii de Nord. Astăzi, cărbunele contribuie la dezvoltarea economică a Chinei, care este liderul mondial în producția de cărbune, cu mai mult de un miliard t/an.

Spre deosebire de petrol, cantități însemnate de cărbune sînt disponibile în aproape toate zonele lumii. Prognozele arată că este de așteptat o reducere a ponderii cărbunelui ca sursă de energie de la 27 % în 1990 la 26 % în 2010; creșterea consumului mondial de cărbune va fi de numai 1,4 % pe an, respectiv cantitatea consumată în 2010 va fi de aproape 6,5 miliarde t față de 5,2 miliarde în 1990. Aceasta se datorează în principal dezvoltării vertiginoase din China, dar și unor creșteri însemnate în SUA și în unele țări în dezvoltare, în special India, Tailanda și Indonezia.

Este de așteptat o reducere a consumului de cărbune în Europa datorită scăderii cererii de energie electrică în țările fost comuniste, pe de o parte, și substituirii cărbunelui cu gazele naturale acolo unde acest lucru este fezabil, pe de altă parte.

4.2. Dezvoltarea cărbunelui - contribuție la dezvoltarea economică și sursă de energie pentru centralele electrice - prezent și viitor

Țările mari și mici, producătoare și/sau utilizatoare de cărbune, au prezentat experiența lor privind dezvoltarea cărbunelui: mari producători cu piețe interne mari (Polonia, China, Germania, India, Rusia, SUA, Marea Britanie), mari exportatori (Australia, Africa de Sud, Columbia, Indonezia, China, Polonia, Canada), piețe în dezvoltare (Slovenia, Nigeria, România, Israel, Letonia).

Poziția țărilor care constituie piețe în dezvoltare diferă de la o țară la alta; astfel, în timp ce Nigeria posedă resurse însemnate de cărbune, care depășesc capacitatea de absorbție a pieței interne, Israel și Letonia și-au instalat, sau urmează să instaleze, centrale electrice pe cărbune fără a avea resurse interne. Într-o situație intermediară se găsesc țările est și central europene (România, Ungaria, Bulgaria), care au rezerve de cărbune care acoperă în mare măsură consumul propriu, dar acestea sînt de proastă calitate.

Din discuțiile conferinței au rezultat că asigurarea finanțării pentru dezvoltarea cărbunelui se poate realiza acolo unde sînt rezolvate incertitudinile legate de piață, prețuri, mediul de afaceri și stabilitatea politică.

Investițiile mari și termenele lungi de recuperare a investiției în dezvoltarea cărbunelui necesită încredere din partea investitorilor, astfel încît este necesar să existe o certitudine că sumele realizate prin vînzări pe toată perioada vieții proiectelor vor asigura o returnare corespunzătoare a invenției.

În economiile în tranziție și în țările în dezvoltare, proiectele de dezvoltare a cărbunelui au ca efecte benefice suplimentare dezvoltarea infrastructurilor fizice, spre exemplu căile ferate și porturile. De asemenea, se dezvoltă servicii și se realizează calificări ale personalului, care pot să-și găsească utilizarea și în alte sectoare ale economiei.

Un important, dar adesea uitat, beneficiu este dezvoltarea capacității indigene de luare a deciziei, în particular, o capacitate de a negocia investiții cu străinii, contracte de export internațional și transfer de tehnologie în țara gazdă.

Ponderea utilizării cărbunelui în dezvoltarea economică a unei țări este determinată și de rezultatul dialogului dintre factorii implicați în procesul de luare a deciziei (acționari, bancheri, consumatori de cărbune, mineri, guverne, sindicate, ecologiști etc.).

Discuțiile conferinței au sugerat ca diversificarea combinațiilor energetice, care dau o nouă considerare pentru cărbune ca sursă de energie și integrarea cărbunelui cu energetica în privința mediului sînt cheia orientării în dezvoltarea mondială a cărbunelui.

4.3. Necesitatea protecției mediului

În ultimii 25 de ani, țările OECD au recunoscut degradarea mediului, care poate să rezulte din folosirea ineficientă și necontrolată a energiei și au introdus numeroase legi care să protejeze mediul. Între timp, necesitățile de control și de prevenire a poluării au devenit mai stringente. Este posibil ca această tendință că continue, atîta timp cît știința va identifica problemele de mediu și soluțiile tehnice necesare pentru rezolvarea lor.

Economiile în dezvoltare şi în tranziţie, care, în multe cazuri, sînt în urmă cu protecţia mediului, devin mai conştiente de necesitatea rezolvării problemelor cauzate de degradarea mediului şi încep să se ocupe de acesta. De exemplu, în Tailanda, centralele mai noi construite pe cărbune sînt amplasate în afara localităţilor, datorită opoziţiei publice generate de efectul centralelor existente asupra mediului. În Polonia se fac eforturi mari pentru soluţionarea problemelor de mediu cauzate de arderea necontrolată şi ineficientă a cărbunilor în locuinţe, clădiri comerciale şi centrale electrice.

Deşi fiecare ţară are propriile caracteristici privind protecţia mediului, există trăsături comune în ceea ce priveşte focalizarea direcţiilor prioritare. Prioritatea întîi pe lista multor ţări este îmbunătăţirea eficienţei energetice. În toată lumea se iau măsuri privind implementarea DSM, îmbunătăţirea echipamentului existent şi instalarea echipamentului nou la nivelul tehnic actual. În plus, controlul emisiilor de particule, NO_x şi SO_2, minimizarea şi dispunerea sigură a deşeurilor şi protecţia apelor sînt teme prioritare. Schimbarea climatică globală şi protecţia stratului de ozon trebuie să devină, de asemenea, considerente esenţiale în luarea deciziei energetice în întreaga lume.

4.4. Cărbunele şi clima

Cărbunele este cel mai vulnerabil combustibil fosil la reacţiile opiniei publice, aşa că se încearcă să se reducă emisia gazelor care generează efect de seră, în principal dioxid de carbon. Totuşi, cărbunele va fi folosit în cantităţi mari, în special în unele dintre cele mai populate ţări în dezvoltare (China, India), care caută, pe bună dreptate, să ajungă la o dezvoltare prosperă.

Schimbări fundamentale în modul de furnizare a energiei se vor produce probabil peste cîteva decenii. Deocamdată, pentru următorii ani, societatea pare să includă consideraţiile rezultatelor securităţii economice şi energetice în răspunsul ei la schimbarea climatică globală.

În ţările dezvoltate, atingerea scopului de a stabiliza CO_2 ar fi costisitoare şi nu ar corespunde obiectivelor globale. Deşi sînt în dezvoltare posibilităţi tehnologice de a îndepărta şi de a reţine CO_2, acestea sînt încă departe de a fi în faza comercială.

Reducerea efectului de seră se poate realiza micşorînd cantităţile de CO_2 emise în întreaga lume prin :

- îmbunătăţirea eficienţei şi reducerea emisiilor în cazul centralelor existente;
- asigurarea creşterii eficienţei noii generaţii de centrale;
- înlocuirea folosirii dispersate a cărbunelui în instalaţii casnice sau în instalaţii industriale mici cu generarea eficientă a electricităţii sau cogenerarea căldurii cu electricitate.

4.5. Tehnologii curate ale cărbunelui

In ultimii 30 de ani s-au înregistrat progrese deosebite în dezvoltarea unor tehnologii curate ale cărbunelui (CCT). Unele dintre acestea au devenit deja disponibile în faza comercială. Spre exemplu, scruberele pentru desulfurarea avansată a gazelor de ardere şi arderea în strat fluidizat la presiune atmosferică sînt tehnologii larg răspîndite , disponibile comercial. Tehnologii mai eficiente şi mai economice sînt acum în faza demonstrativă la scara 1 : 1 şi vor putea fi folosite comercial în jurul anului 2000 (arderea cărbunelui în strat fluidizat sub presiune - ASFP şi integrarea gazificării cu ciclu combinat - IGCC). O altă categorie o reprezintă tehnologiile supercurate şi supereficiente, care sînt acum în faza de cercetare şi care vor fi pregătite pentru demonstraţii în jurul anului 2000 (cicluri de vîrf, pile de combustie, sisteme magnetohidrodinamice).

Programul privind tehnologiile curate ale cărbunelui din SUA prevede două direcţii de dezvoltare:

- obţinerea unor combustibili curaţi din cărbune, care să substituie produsele petroliere în transporturi şi alte aplicaţii;
- sisteme curate de producere a energiei electrice bazate pe cărbune, care pot fi împărţite, la rîndul lor, în două categorii: sisteme de control al emisiilor şi sisteme avansate de producere a energiei electrice.

Compararea sistemelor avansate de producere a energiei electrice din cărbune (Siegel, 1993) este prezentată în tabelul 1.

Deşi controlul avansat al emisiilor (implicînd reducerea severă a poluării convenţionale) şi creşterea eficienţei ciclului de conversie a energiei combustibilului în energie electrică (avînd ca efect reducerea efectului de seră) înseamnă costuri relativ ridicate, este de aşteptat ca, în următorii ani, aceste costuri să scadă.

Tabelul 1

Caracteristicile sistemelor avansate de producere a energiei electrice din cărbune (sursa: Siegel, U.S.DOE)

Caracteristici	Arderea în strat fluidizat circulant (ASFC)	Arderea în strat fluidizat sub presiune (ASFP)	Integrarea gazeificării cu ciclu combinat (IGCC)
- Reducere SO_2 față de ACP (%)	90	95	99
- Reducere NO_x față de ACP (%)	60-80	>90	>90
- Flexibilitatea la alimentare cu diferite tipuri de combustibil	da	da	
- Eficiența ciclului (%)	36	45 (în primul stadiu 40)	47 (în primul stadiu 42)
- Reducere emisii CO_2 față de APC (%)	-	21	27
- Tip reziduuri solide	granulare uscate, pretabile la diferite utilizări	granulare uscate, pretabile la diferite utilizări	- sulf elementar - zgura inertă utilizabilă în construcții
- Emisii particule	similar ACP	foarte coborîte (curățire gaz înainte de TG)	foarte coborîte (curățire gaz înainte de TG)
- Reducere consum apa față de ACP + DGA (%)	-	10-15	20-40
- Creșterea posibilă de putere în cazul retehnologizării unor instalații (%)		40	50-150
- Alte avantaje	exploatare relativ simplă	unități compacte, suprafața necesară mai mică decît pentru ACP+DGA potențial mai mic	unități compacte, suprafața necesară mai mică decît pentru ACP+DGA potențial mai mic
- Costuri față de ACP+DGA	similar		
- Faza	comercială	demonstrativă: 135 MW_e și 224 MW_t în funcțiune Vartan (Suedia) 350 MW_e în construcție Karita (Japonia) (p.i.f. 1997)	demonstrativă: 253 MW Buggenum (Olanda)

ACP - arderea cărbunelui pulverizat: DGA - dusulfurarea gazelor de ardere: TG - turbina gaze

Pentru noile tehnologii, demonstrația adecvată la scara 1 : 1 este condiția sine-qua-non pentru acceptarea lor de către utilizatorii comerciali. Acest tip de demonstrație are, de asemenea, avantajul că poate să identifice căile care duc la reducerea costurilor de investiție și la simplificări în funcționarea curentă.

4.6. Selecția tehnologiei adecvate și transferul tehnologic

Nu există o tehnologie "universală" care să dea cel mai bun răspuns la toate problemele legate de utilizarea energetică a cărbunilor. Ca urmare, alegerea unei tehnologii trebuie să țină cont de necesitățile și condițiile locale. Factorii care determină selectarea tehnologiei sînt:

- caracteristicile cărbunelui utilizat;
- posibilitățile de creștere a randamentului;
- siguranța în exploatare;
- facilitățile în funcționare și în mentenanță;
- posibilitățile de a obține sprijin tehnic;
- gradul de compactare a instalațiilor (în special în cazul localizărilor urbane);
- costuri.

Atît în cazul țărilor dezvoltate, cît și în al celor în dezvoltare, un rol determinant pentru realizarea proiectelor privind energia și electrificarea îl au balanța cerere-ofertă, sistemul economic și stilul de viață.

Transferul tehnologic este un proces complex care necesită un efort considerabil din partea ambelor părți - furnizor și primitor - ca să se realizeze transferul și aplicarea celei mai adecvate tehnologii. În procesul de selectare a tehnologiei, un rol deosebit de important îl are existența unor informații sigure și obiective într-o formă accesibilă factorilor de decizie.

4.7. Cărbunele şi dezvoltarea durabilă

Sînt necesare iniţiative pentru a îndrepta lumea către o producere şi folosire durabilă a energiei. Acestea includ:

- cooperarea în identificarea şi dezvoltarea unor surse de energie viabile economic şi nepoluante;
- promovarea dezvoltării unor metodologii de integrare a deciziilor politicii economice cu energia şi protecţia mediului;
- promovarea cercetării, dezvoltării, transferului şi folosirii unor tehnologii energetice cu eficienţă îmbunătăţită.

Concluzii

A doua Conferinţă **Cărbune pentru dezvoltare,** organizată de WCI, în cadrul căreia s-au prezentat 75 de lucrări de autori din 25 de ţări, a reunit factori importanţi din executiv şi experţi în problemele legate de producţia şi utilizarea mondială a cărbunelui, veniţi din 51 de ţări.

A rezultat că, pentru multe decade, cărbunele îşi va menţine rolul de combustibil sigur, pentru multe ţări fiind singurul combustibil economic disponibil să acopere cererea de energie electrică în creştere, care este un element esenţial în ridicarea standardului de viaţă. Pentru aceasta, sînt necesare următoarele:

- rezolvarea problemelor de mediu conexe cărbunelui;
- excluderea unor bariere artificiale în dezvoltarea pieţelor cărbunelui;
- creşterea investiţiilor în dezvoltarea cărbunelui, astfel încît contribuţia cărbunelui în economiile naţionale să ajungă la maximum.

Acolo unde cărbunele este privit ca important, problema imediată nu este dezvoltarea noilor tehnologii, ci modul în care să se creeze posibilitatea de instalare efectivă şi cît mai rapidă a tehnologiilor existente pentru a creşte eficienţa şi a diminua impactul asupra mediului. Atît în ţările dezvoltate, cît şi în cele în curs de dezvoltare înlocuirea folosirii directe a cărbunelui prin energie electrică în industrie, transport sau sectorul rezidenţial poate reduce impactul asupra mediului, aducînd beneficii economice şi asupra standardului de viaţă.

Lucrările prezentate au relevat importanţa înţelegerii implicaţiilor creşterii substanţiale a producţiei şi utilizării cărbunelui prognozată în multe ţări pentru sistemul bancar mondial, precum şi necesitatea de a se acorda o atenţie sporită problemelor legate de dezvoltarea unor posibilităţi de finanţare a proiectelor care aplică tehnologii curate ale cărbunelui.

Pentru a se realiza o dezvoltare durabilă este necesară cooperarea internaţională şi transferul tehnologic care să conducă la generalizarea unor măsuri de creştere a eficienţei energetice şi de reducere a emisiilor de CO_2 şi de alte gaze poluante, preîntîmpinîndu-se astfel atît accentuarea poluării regionale, cît şi schimbarea climatică globală.

Notă: Amănunte şi documentaţii pot fi obţinute de la autor.

dr. MAGDALENA MATEI - ICEMENERG

---

90 de ani în slujba consumatorilor

Pe 9 decembrie 1993, la Teatrul de stat din Oradea, în prezenţa a peste 500 de participanţi, au avut loc festivităţile organizate cu ocazia aniversării a 90 de ani de la punerea în funcţiune a Uzinei electrice şi a primei reţele de distribuţie publică a electricităţii în oraşul Oradea. Festivităţile au fost organizate de către energeticienii din cadrul Filialei de Reţele Electrice şi Filialei Electrocentrale din Oradea.

Adunarea festivă a fost deschisă de directorul FRE Oradea, ing. Dan Cartis, care a salutat participarea oaspeţilor de onoare:

- dl. Dudaş Augustin, suprefectul judeţului Bihor;
- dl. Dacian Florian, secretar al Consiliului oraşului Oradea;

- dl. Vladimir Constantinescu, director general al DGPEET;

- dl. Ion Conecini, director general al DGTDEE, precum şi a unor oficialităţi locale, reprezentanţilor presei, radio şi TV locale, a colegilor energeticieni de la FRE şi FE vecine, de la centrala TISZA şi unitatea de distribuţie din Debrecen, Ungaria.

Scoţînd în evidenţă importanţa evenimentului petrecut în urmă cu 90 de ani, dl. director Cartis a atras atenţia asupra a două aspecte: realizarea în acei ani a unui sistem energetic compus dintr-o centrală şi o reţea publică şi adoptarea unei soluţii corecte din punct de vedere tehnic prin utilizarea curentului alternativ trifazat.Acest nucleu s-a dezvoltat în timp, atingînd în prezent în judeţul Bihor o putere instalată de 512 MW şi aprope 250 de mii de consumatori.

După cuvîntul de salut a urmat deosebit de interesanta prezentare a dl. ing. Victor Bolcaş, pasionat istoric al electrificării din Oradea şi judeţul Bihor.

Redăm, pe scurt, cîteva repere ale istorici de 90 de ani a electrificării din această zonă a ţării:

- 1890 - 1900, utilizarea curentului continuu pentru acţionare şi iluminat în unele mori din Oradea;
- 1900, la deschiderea teatrului, iluminatul este realizat cu curent electric alternativ trifazat;
- 22 mai 1902, Consiliul orăşenesc hotărăşte construirea uzinei electrice exploatate în regie proprie, alegînd soluţia optimă: curentul alternativ trifazat;
- 17 decembrie 1903 - data punerii în funcţiune a Uzinei electrice din Oradea de către firma GANZ. Centrala a fost formată din două cazane de 250 m^2 şi două de 100 m^2, două grupuri orizontale de 450 CP şi unul de 210 CP, care debitau pe o reţea de cablu de 3 - 4 km, la 3000 V, 42 Hz şi 32 posturi de transformare 3000/150 V, consumul constînd din 1840 lămpi de iluminat public, 50 lămpi cu arc, 9000 de becuri pentru iluminat particular. Încărcarea maximă în anul punerii în funcţiune a fost de 315 kW;
- 2 martie 1906, primul tramvai *"aleargă pe traseu, răspîndind o lumină albă şi orbitoare; în faţa tramvaiului călăreau doi jandarmi"* (din presa vremii) ;
- 1907, se montează un grup de 900 CP;
- 1912, se pune în funcţiune prima turbină cu abur şi turboalternator de 2200 CP;
- 1923, se instalează un grup de 2000 CP;
- 1938, grupurile vechi s-au înlocuit cu două turbogrupuri moderne, LANG, de cîte 3000 CP, cu posibilitatea trecerii ulterioare la 50 Hz. Aceste grupuri au funcţionat pînă în anul 1971 în mod ireproşabil;
- 1951, s-a pus în funcţiune centrala pe cărbune de la Voivozi, care s-a dezvoltat pînă la 3100 kW;
- 1954 - 1956 - trecerea la frecvenţa de 50 Hz;
- aprilie 1954, porneşte de la Aştileu (4 x 0,7 MW), care se interconectează cu Uzina electrică Oradea; în 1982 se extinde cu un grup de 1 MW;
- 1955 - 1958, se instalează trei grupuri diesel în Uzina electrică Oradea, puterea atingînd 11000 CP;
- 1960, sistemul Oradea se leagă, prin linia Oradea-Vaşcău de 110 kV, la SEN;
- 1965, s-a realizat linia de 400 kV Roşiori-Oradea;
- 5 aprilie 1966 - primul paralel al grupului 1 de 25 MW la CET Oradea 1, care pînă în 1976 atinge puterea instalată de 205 MW;
- 1 iulie 1967, CET Oradea de desprinde de IRE Oradea;
- 1968, se pune în funcţiune staţia de 110 kV Salonta;
- 1971, are loc punerea în funcţiune a staţiei de 110 kV Oradea-Sud;
- 1977 - 1985, trecerea LEA şi LES de la 6 şi 15 kV la 20 kV;
- 1985, se pune în funcţiune hidrocentrala Remeţi 100 MW;
- 23 octombrie 1987, punerea în funcţiune a primului grup de 50 MW la CET Oradea 2, care pînă în 1989 se extinde la 150 MW;
- 1988, se pune în funcţiune hidrocentrala Munteni 60 MW.

În prezent, vechea uzină electrică, a cărei importanţă a scăzut treptat după interconexiunea cu SEN şi realizarea CET 1 şi 2, păstrează un cazan de 30 t/h în rezervă rece, a cărui casare, împreună cu instalaţiile auxiliare aferente, este iminentă, "încheindu-se astfel o epocă romantică a electrificării" în această parte a ţării după cum s-a exprimat dl. ing. V. Bolcaş.

În pauza adunării festive participanţii au avut posibilitatea să viziteze o mică expoziţie de fotografii şi aparataj de epocă.

Istoricul instalaţiilor de producere a energiei electrice şi termice a fost complctat cu aspecte ale prezentului şi perspectivele centralelor pe cărbune din Oradea de către dl. ing. Tiberiu Sârbu, directorul comercial al FE Oradea. Dl. ing. Ioan Stoica, director tehnic la FRE Oradea a abordat o problemă similară în domeniul transportului şi distribuţiei energiei electrice.

În continuare au luat cuvîntul energeticieni care au participat atît la perioada "romantică", cît şi la cea modernă a energeticii din Bihor şi care în prezent sînt pensionari, dar a căror inimă bate şi astăzi împreună cu inimile personalului aflat în activitate.

Dl. ing. Traian Copil, fost director al FRE Oradea,a amintit de perioada grea din anii '80, de eforturile depuse şi de micile şiretlicuri aplicate pentru alimentarea cît mai bună a populaţiei cu energie electrică.

Dl. ing. Romul Muntean, fost inginer-şef la IE Oradea, a scos în evidenţă munca depusă pentru pregătirea şi selectarea personalului, condiţie de bază pentru buna funcţionare în perioada următoare.

Dl. Iosif Mangra, maistru pensionar, mentorul tinerilor, astăzi la vîrsta de 84 de ani, aducîndu-şi aminte de multe fapte neobişnuite la acele vremuri, i-a îndemnat pe cei din sală să nu uite niciodată că sînt energeticieni şi să-şi cinstească predecesorii din epoca eroică.

Adunarea festivă, desfăşurată într-o atmosferă plăcută, la care au contribuit şi artiştii de la Teatrul de Stat, s-a încheiat cu cuvîntul d-lui ing. Sorin Ungur, directorul FR Oradea, din care citäm: "*Se cuvine să mulţumim celor care au contribuit la formarea generaţiilor de energeticieni, celor care au sădit în sufletul multora dintre noi cultul muncii cinstite şi disciplinei, fără de care sistemul energetic nu poate funcţiona, celor care, deşi uneori marcaţi de tensiunea nervoasă la care au fost supuşi datorită vieţii dure din sector, şi-au păstrat nealterat spiritul viu şi capacitatea de a ne face să depăşim momentele grele*".

ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU , ing. SORIN UNGUR

Sesiunea ştiinţifică a Comisiei de Energetică a Academiei Române

În zilele de 16 şi 17 decembrie 1993 a avut loc în Aula Magna a Academiei Române, Sesiunea Ştiinţifică a Comisiei de Energetică a Academiei Române.

Scopul de bază al sesiunii a fost ca studiile şi cercetările efectuate în cadrul Comisiei de Energetică să fie prezentate în faţa unui grup cît mai larg de specialişti, în vederea analizării şi comentării acestor lucrări, pentru clarificarea unor probleme de larg interes pentru energetica românească.

La masa prezidiului sesiunii au luat loc personalităţi importante ale tehnicii şi culturii noastre: acad. Gheorghe Buzdugan, preşedintele Secţiei Tehnice a Academiei Române, Florin Teodor Tănăsescu, secretar de stat la Ministerul Cercetării şi Tehnologiei, Ion Hîrjoabă, secretar de stat, şef al Departamentului învăţămîntului superior, Victor Vaida, preşedintele RENEL, Gheorghe Zgură, rectorul Universităţii Politehnica Bucureşti, Walter Patterson, invitat din partea "Royal Institute of International Affairs", London, precum şi acad. Gleb Drăgan, preşedintele Comisiei de Energetică a Academiei Române.

Sesiunea a fost deschisă de dl. acad. Gh. Buzdugan, care, după cuvîntul de bun venit adresat participanţilor, a arătat scopul şi activitatea Comisiei de Energetică. Au mai rostit scurte alocuţiuni domnii: Ion Hîrjoabă, Florin Teodor Tănăsescu, Victor Vaida, Walter Patterson şi Gleb Drăgan.

Avînd în vedere numărul mare de lucrări, precum şi varietatea acestora, programul sesiunii a fost împărţit pe patru grupe;

- Grupa I **Strategia dezvoltării sistemului energetic naţional.**
- Grupa a II-a **Producerea, transportul şi distribuţia energiei electrice.**
- Grupa a III-a **Tehnologii energetice neconvenţionale.**
- Grupa a IV-a **Protecţia mediului.**

În prima grupă s-au prezentat cinci lucrări de mare interes pentru energetica românească şi datorită acestui fapt, precum şi calităţii deosebite a lucrărilor, acestea au suscitat numeroase comentarii.

O primă lucrare *Evoluția consumului de energie termică și energie electrică în condițiile actuale de restructurare economică-socială* a fost prezentată de d-na dr. ing. Anca Popescu și a fost elaborată de un colectiv mai larg de la RENEL și ISPE (ing. Gabriel Popescu, dr. ing. Anca Popescu, ing. Doina Popovici, ing. Gh. Vîlcereanu, ing. M. Popescu). Lucrarea a luat în considerare mai multe scenarii de dezvoltare energetică a României în perioada anilor 1993-2000 și orientativ 2000-2010, ținînd seama de diferitele grade de dezvoltare a industriei, considerînd ca mai probabil un "scenariu de bază" mediu, în situația căruia, conform calculelor, necesarul de energie finală va atinge în România în anul 2010 o valoare de 2755 kg c.c./loc. (80,7 - GJ/loc) din care necesarul de energie electrică 2965 kWh/loc (10,7 6GJ/loc.) cifre care se situează sub cele din țările avansate din Europa în anul 1988.

Discuții, întrebări și comentarii multiple a suscitat și referatul d-lui dr. ing. Victor Romet *Sistemul energetic român în contextul geoenergetic european*, în care s-a analizat situația energetică a țărilor din fostul lagăr socialist și perspectivele acestora de a-și asigura energia necesară în următorii ani.

O lucrare de interes general, întocmită de ing. Victor Vaida, ing.Ovidiu Țuțuianu și ing. Maria Anghel a fost și *Aspecte privind emisiunile de SO_2 rezultate la producerea energiei electrice și termice în România*, în care s-a analizat modul în care se poate realiza angajamentul asumat de țara noastră cu ocazia Conferinței de la Rio de Janeiro din anul 1992, de a limita emisiunile de CO_2 din anul 2000 la nivelul celor înregistrate în anul 1990.

Diferită de lucrările menționate, însă de un interes la fel de actual, a fost lucrarea d-lui dr. ing. Eugeniu Pavel *Folosirea unei terminologii corecte în energetică*. Lucrarea a scos în evidență multiplele probleme de terminologie, care se pun în energetica de astăzi, ca și principalele direcții către care urmează să se îndrepte activitatea subcomisiei de terminologie, una din cele mai importante și mai active din cadrul Comisiei de Energetică.

In legătură cu aceeași problematică, ilustrînd într-un fel necesitatea celor enunțate de referatul precedent, a fost comunicarea d-lui prof. dr. ing. Gleb Drăgan privind *Terminologia în unele domenii ale tehnicii tensiunilor înalte*.

In după-amiaza primei zile a sesiunii s-au prezentat și discutat lucrările grupei a II-a, **Producerea, transportul și distribuția energiei.** Moderatorul grupei a fost dl. dr. ing. Jean Constantinescu , directorul ICEMENERG. Această grupă a avut un mare număr de comunicări (11), din care menționăm:

Probleme actuale în cadrul conductoarelor liniilor electrice aeriene de prof. dr. ing. Arie A. Arie, în care se menționează și se analizează studiile efectuate în țara noastră privind dinamica liniilor aeriene, respectiv modelele matematice, încercările de laborator și metodele probabilistice statistice.

Procedee pentru creșterea duratei de viață a paletelor turbinelor cu abur de ing. Iulian Mușat și ing. Ion Istrate, care reprezintă experiența întreprinderii ABB-Energorepații privind comportarea în practică a paletelor de turbină, punînd accentul pe relația dintre frecvența proprie a paletei și frecvența forței perturbatoare.

Indice integral al marjei de stabilitate statică a sistemelor energetice complexe de dr. ing. Jean Constantinescu, în care, așa cum rezultă și din titlu, indicele reprezintă un criteriu practic simplu, bazat pe program de computer.

Transportul energiei fără conductoare de dr. ing. Radu Cramariuc a informat auditoriul asupra unei probleme interesante de noutate tehnică, pentru care viitorul va decide asupra posibilităților de aplicație practică.

Soluții tehnice avansate convenționale pentru retehnologizarea dotărilor actuale ale SEN. Utilizarea ciclului mixt și al arderii în strat fluidizat, a fost o lucrare interesantă, prezentînd probleme de acută actualitate, trecută însă prea repede în revistă și prea puțin comentată din cauza timpului înaintat.

Lucrările grupei a III-a **Tehnologii energetice neconvenționale,** s-au desfășurat în dimineața zilei de 17 dec. 1993 și au avut ca moderator pe dl. prof. dr. ing. Roman Morar. În această grupă s-au abordat lucrări privind energia nucleară, electrostatica, energia solară, din care evidențiem:

- Metodologie pentru verificarea în perioada preoperațională a funcțiilor sistemului de calcul utilizat pentru controlul CNE Cernavodă" de dr. ing. C. Țapu, ing. P. Stănescu, ing. I. Vlad și fiz. C. Deberth, lucrare de importanță pentru punerea în funcțiune a CNE Cernavodă.

- *Încărcarea electrostatică în industrie*, autori prof. dr. ing. N. Golovanov, prof. dr. ing. Gleb Drăgan şi dr. ing. Ion Lungu.

- *Electroseparaţia izolaţie-metal. Factori de influenţă* , autori prof. dr. ing R. Morar, conf. dr. ing. L. Dăscălescu, conf. dr. ing. A. Samoilă şi conf. dr. ing. Al. Iuga, în care se prezintă cercetări utile specialiştilor din proiectare şi din producţie în vederea îmbunătăţirii tehnologiilor de electroseparare.

- *Activităţi asociate ciclului de combustibil nuclear în România* de ing. Olivia Cosma.

- *Aplicaţiile conversiei fotochimice a energiei solare în ecologie* de chim. Rodica Mariana Ion, lucrare în care se scot în evidenţă date privind eliminarea unor poluanţi prin procese fotochimice în purificarea apelor reziduale, a solului şi a aerului.

- *Arhitectura de la bionică la biontică* de Anca şi Adrian Vidraşcu, lucrare în care se pune problema "dezvoltării durabile" în domeniul arhitecturii, în special a locuinţelor.

Ultima grupă a sesiunii, a IV-a, avînd ca subiect **protecţia mediului,** a avut loc în după-amiaza zilei de 17 dec. 1993, moderator fiind dl. prof.dr. ing. Florin Teodor Tănăsescu. Dintre lucrările prezentate menţionăm:

- *Limitarea impactului asupra mediului înconjurător prin termoficare* de prof. dr. ing. Costin Moţoiu şi ing. Ovidiu Ţuţuianu, lucrare care scoate în evidenţă economiile de combustibil şi prin aceasta şi ale poluării, în cazul producerii combinate a energiei electrice şi a celei termice.

- *Electrofiltre de tip modul, de dimensiuni reduse, din clasa hibrid* de dr. ing. D. Cucu, care prezintă avantajele acestui tip de filtre, produse de firma FILTRONIX din Brăila.

Mai multe comunicări se ocupă de emisiunile poluante ale termocentralelor, atît în ce priveşte evaluarea, impactul asupra mediului, cît şi eliminarea lor, dovedind că problema poluării reprezintă una din preocupările majore ale energeticienilor noştri. Dintre aceste comunicări notăm:

- *Eliminarea simultană a SO_2 şi NO_x din gazele coşurilor de fum ale centralelor electrice cu ajutorul fasciculelor de electroni accelerati* de prof. dr. ing. Teodor Tănăsescu, dr. ing. Radu Cramariuc, ing. V. Stanciu şi ing. I. Teodorescu.

- *Inventarierea emisiilor poluante produse de termocentralele RENEL. Poluare locală şi transfrontieră*, de ing. Cornel Moţiu şi ing. Silvia Micu.

- *Impactul termocentralelor asupra mediului înconjurător, Consideraţii privind studiile şi analizele de impact*, de ing. Simona Malene şi ing. Cornel Moţiu.

- *Aspecte privind abordarea problemei de protecţie a mediului în activitatea de retehnologizare a centralelor electrice* de ing. M. Salgian şi ing. G. Romaşcu.

Majoritatea comunicărilor prezentate au suscitat numeroase întrebări şi luări de cuvînt pentru clarificări şi completări, sesiunea atingîndu-şi prin aceasta scopul urmărit de organizatori.

ing. COSTIN RUCĂREANU
Secretar ştiinţific al CEAR

Date şi informaţii legate de sistemul electroenergetic german

Sistemul electroenergetic german are o înfăţişare nouă prin reunirea celor două grupări productive de centrale electrice şi reţele de transport al energiei electrice prin trei noi interconexiuni. care să permită o exploatare raţională şi o cooperare eficace între partea de vest şi cea de est.

Producţia totală de energie a Germaniei a fost în 1992 de 250 TWh. în uşoară creştere (circa 2,5 % pe an). cu o participare a cărbunelui în proporţie de 53 %. o participare limitată la 30.1 % a producţiei CNE şi o nesemnificativă participare a CHE (potenţialul hidro al ţării fiind restrîns). precum şi a surselor regenerabile (sub 8 %).

Datorită structurii de mai sus. dar şi urmare a penalizărilor severe impuse de legislaţie prin taxa pentru CO_2 emis şi a generalizării aplicării măsurilor costisitoare pentru reducerea SO_2 (emisie redusă de 8 ori într-un deceniu) şi a oxizilor de azot. costul energiei electrice a fost în Germania cu 30 % mai ridicat decît în Franţa. Aceasta deşi pentru producţia de cărbune există în continuare o subvenţie din partea guvernului federal german.

În balanţa costului contribuie evident reducerea producţiei în centralele nucleare din fosta RDG. oprite în urma expertizei care a conchis asupra condiţiilor nesatisfăcătoare de siguranţă ale reactoarelor cu apă sub presiune. de fabricaţie sovietică VVER.

Premisele de bază ale dezvoltării acceptabile în continuare a sistemului energetic se bazează azi pe următorii vectori:

- raţionalizarea consumului de energie prin căi eficiente de conservare şi prin folosirea aparaturii electrice perfecţionate în toate domeniile;
- limitarea apelului la resurse prin folosirea ciclului mixt gaze-abur cu ridicarea randamentului de producere la folosirea gazelor;
- relansarea energiei nucleare cu condiţii acceptate de siguranţă;
- producerea combinată de energie electrică şi căldură în măsura posibilă. prin soluţii perfecţionate de termoficare - cogenerare.

Trecerea la economia de piaţă şi alinierea la legislaţia şi la standardele germane a celor patru Landuri federale care constituiau în trecut RDG. necesită eforturi financiare remarcabile şi obţine un sprijin deosebit din partea "vechilor" Landuri federale. Numai în anul 1992 totalul fondurilor care au trecut în est pentru restructurare economică se ridică net la 135 miliarde mărci germane-DM (fără taxe şi impozite). Transformările sînt atît de adînci în prezent. încît o cotă de 30 % din populaţia activă a acestei zone. care numără în total circa 17 milioane locuitori. nu are locuri de muncă.

Sistemul electroenergetic est-german. cu o putere instalată de 15700 MW. constituie unul din obiectivele importante ale noilor investiţii. Între 1993 şi 1997 sectorul public al energiei urmează să investească în Landurile din est 28 miliarde mărci. din care peste 50 % în centralele electrice şi 40 % în reţeaua de transport şi distribuţie.

O sumă de 6 miliarde mărci este destinată modernizării centralelor pe cărbune brun (combustibil cu caracteristici uşor superioare lignitului nostru. cu o putere calorică inferioară H_i = 7500 - 9000 kJ/kg şi un conţinut de sulf de 1 %). VEAG (RENEL-ul est german) (14200 MW putere instalată) foloseşte din aceasta suma de 4.5 miliarde DM numai pentru reabilitarea centralei electrice de la Jenschwalde (Turceniul est-german).

La blocurile de 500 MW ale acestei centrale lucrările au început în anul 1992 cu construirea unor imense instalaţii de desulfurare a gazelor de ardere (după procedeul umed). Ele vor aduce emisiile de SO_2 la limitele impuse de standardele germane actuale pentru producători existenţi de energie.

Alimentarea publică cu energie electrică a dublat investiţiile în anul 1992 în raport cu 1991. trecînd de la 1.6 la 3.1 miliarde DM. O cotă de 57 % din această sumă a fost folosită în reţelele electrice. ceea ce a permis o modernizare în timpul cel mai scurt. Totuşi. începînd cu anul 1994 ponderea mare a investiţiilor se deplasează către producţia de energie electrică din surse termice. convenţionale.

Cea mai mare investiţie va fi legată de realizarea a şase blocuri pe cărbune brun cu putere unitară de 800 MW. putînd livra şi căldură către consumatori urbani.

Aceste unităţi vor înlocui treptat puterea care se dezafectează prin demontarea unui număr de grupuri cu puteri mai mici decît 100 MW. respectiv 100 MW şi 210 MW. depăşite fizic şi uzate moral. Pentru acestea. o reabilitare şi o prelungire a funcţionării după anul 2000 nu mai apare acum eficace.

Prin acţiunile de înlocuire VEAG urmăreşte să folosească în continuare. cu preponderenţă. cărbunele drept sursă de energie primară la producerea energiei electrice în condensaţie. Aceasta contribuie de altfel şi la stabilitatea forţei de muncă în fosta RDG. În acelaşi timp. însă. prin ridicarea masivă a randamentului net de producere a energiei

electrice, se contribuie în mod semnificativ şi la limitarea emisiei de CO_2 şi mai ales la reducerea drastică a emisiei de SO_2 şi de praf.

Una din lucrările demarate este cea de la cunoscuta centrală electrică existentă de la Schwarze Pumpe pe Elba, foarte apropiată de zona carierelor de cărbune brun din zona Lausitz. Cele două blocuri de aici vor intra în funcţiune pînă în 1997. Alte unităţi de 800 MW din această generaţie se construiesc la Boxberg .

Grupurile monobloc vor folosi parametrii supracritici, cu o unică supraîncălzire intermediară şi o preîncălzire avansată a apei de alimentare (apropiindu-se de 290°C). Partea de condensare este, de asemenea, concepută pentru performanţe deosebite, asigurînd o presiune de condensare sub valorile realizate astăzi în mod curent. În ansamblu, randamentul net va depăşi 40,5 %, în condensaţie pură.

Este interesant de urmărit că în aceste Landuri se afirmă că nu mai este posibilă realizarea de centrale electrice pe amplasamente noi. În consecinţă urmează a se disponibiliza amplasamentele existente, prin demontarea vechilor unităţi.

Experţii VEAG prezintă în sinteză următoarea strategie de dezvoltare, pentru modernizarea energetică a Landurilor din est:

- stabilizarea şi reabilitarea acelor centrale termice şi de termoficare existente (folosind actualele instalaţii de bază cu abur), acolo unde aceasta constituie o soluţie mulţumitoare.

Modernizarea se prevede în principal pentru centralele termice şi cazanele care produc abur industrial şi apă fierbinte:

- proiectarea şi realizarea unor grupuri de mare putere de condensaţie, preluînd treptat sarcina electrică a reţelei, dar prevăzute preferenţial şi/cu posibilitatea de livrare de căldură pentru încălzire urbană la distanţă;
- folosirea actualelor amplasamente pentru construcţii noi de centrale de termoficare prevăzute cu cicluri cu turbine cu gaze - abur. Soluţia are în vedere turbine cu gaze de recuperare de căldură şi ardere suplimentară în focarul cazanului recuperator sau cicluri combinate gaze-abur fără ardere suplimentară (denumite în Germania GUD). Ambele ating indici de termoficare supraunitari, mult superiori instalaţiilor actuale cu abur, iar ciclul GUD asigură şi în condensaţie randamente nete de 52 - 54 % în plaja de încărcare 75 - 100 %. Soluţia cuprinde mai ales alimentarea consumatorilor de căldură de talie mijlocie.

Astfel, cu un consum de gaze majorat cu 30 % faţă de actualele necesităţi de încălzire urbană se obţin rezultate economice semnificative, mai ales limitarea poluării locale în zone aglomerate; de asemenea, contribuţia la micşorarea emisiei de CO_2 la nivel naţional şi are loc o degrevare a taxei de CO_2;

- înlocuirea unor grupuri de termoficare cu abur folosind cărbune cu grupuri integral noi, cu performanţe ridicate, optimizate în raport cu consumurile termice actuale.

Soluţia este preconizată mai ales pentru acele instalaţii care asigură baza consumului de căldură livrată prin termoficare unor consumatori existenţi stabili şi mari.

Investiţiile în sistemul energetic au o pondere importantă şi în Landurile federale vechi, chiar după încheierea practică a campaniei de montare a instalaţiilor de desulfurare şi a celor de reducere a oxizilor de azot în centralele termoelectrice cu abur existente. Astfel, în anul 1992 s-au investit 10,6 miliarde DM, cu 11 % mai mult decît în 1991.

Reducerea noxelor emise de centralele termoelectrice a constituit un obiectiv important de investiţii în decursul ultimilor 12 ani în Landurile Germaniei de vest. Rezultatele sînt deosebite.

Astfel emisia de SO_2 a scăzut de la 1,55 mil. tone în 1982 la 0,20 mil. tone în 1991, adică de 7,6 ori, cea de NO_x de la 0,74 mil. tone la 0,21 mil. tone, adică de 3,5 ori.

Prin reconstrucţii de electrofiltre şi efecte suplimentare de reţinere a prafului ca urmare a spălării gazelor în instalaţiile de desulfurare, între 1989 şi 1991 emisiile de praf au scăzut de la 66000 t la 10700 t, adică de 6,17 ori. În urma acestor reduceri producţia de SO_2 pe kilowattoră în aceste landuri este, ca şi în Olanda,de 0,77 g/kWh, faţă de 5 în Italia şi Danemarca, 7 în Franţa, 11 în Anglia, 22 în Spania.

In modernizarea reţelelor electrice s-au investit 5,8 miliarde DM, iar în surse 3,1 miliarde DM. Pentru viitorul pe termen mediu se preconizează de către companiile publice de electricitate un nivel de 11 miliarde DM anual. Aceasta include în prima linie de putere un număr de mari unităţi cu ciclu mixt de gaze-abur de tipul GUD sau cu ardere suplimentară de cărbune.

Altă imagine interesantă a economiei energetice germane o constituie diversificarea întreprinderilor de producere a energiei. Astfel, în anul 1991 asociaţia întreprinderilor comunale (VKU) a produs 32,7 % din energia electrică utilă preluată de oraşele respective. În 20 de cazuri, aceste întreprinderi comunale au participat cu 70 % la acoperirea nevoilor. Germania (vest) dispune în prezent de 274 centrale electrice, în principal de termoficare, ce aparţin administraţiilor comunale. Patruzeci de unităţi au fost racordate numai în anul 1992.

Acest parc de centrale electrice constituie 13,2 % din puterea instalată în Germania, iar energia electrică rezultată prin termoficare reprezintă 30 % din producţia lor. Prin comparaţie, cota de energie electrică produsă în termoficare de marile companii publice este de 4 %.

Instalaţiile comunale au folosit în anul precedent 54 % cărbune, valoare în creştere cu 4 puncte faţă de situaţia anterioară, gaze şi păcură 39 %, iar deşeuri şi alţi purtători de energie 8 %.

Închei această sinteză informativă bazată pe prezentările făcute cu ocazia Congresului VGB - centrale electrice 1993, Viena 5 - 8 Octombrie şi pe cifrele publicate în revista StromTHEMEN nr. 10 din Octombrie 1993, cu rezultatele comparative privind consumurile însumate de energie primară şi emisiuni pentru diferite sisteme de încălzire, ţinînd cont de toate echivalările aferente producţiei de energie prin actualul parc de centrale electrice existent în germania (vezi tabelul).

Consum anual de energie şi emisiuni pentru un metru pătrat de suprafaţă de locuit încălzită (în ordine crescătoare a consumului de energie primară)

Metoda de încălzire	Noxe			Emisii CO_2	Consum de energie primară
	Praf	SO_2	NO_x		
	g	g	g	kg	kWh
Cogenerare cu motoare şi turbine cu gaze în centrale locale	1,7	1,6	68,9	57	321
Pompe de căldură	4,1	49,3	50,1	71,6	368
Climatizare cu recuperare de căldură	4,1	49,3	50,1	72	368
Încălzire centrală proprie:					
- păcură	3,7	88,4	72,1	93,4	405
- gaze	2,1	23,3	58,5	76,8	417
Încălzire electrică:					
- reglată individual direct	4,7	56,6	57,3	82,0	422
- cu acumulare în pardoseală	5,3	63,5	63,4	87,5	454
- cu acumulatoare	5,8	70,4	70,3	96,7	500

Aceste rezultate sînt prezentate pentru o unitate de suprafaţă încălzită de locuinţă, pentru un an, în condiţiile climatice medii germane, (care nu diferă esenţial de media celor din România) fiind preluate după Fichtner şi FfE 1993.

Prof.dr.ing. COSTIN ST. MOTOIU
Facultatea de Energetică Universitatea "Politehnica" Bucureşti

Primim de la CEPEX - Central European Power Exhibition 95, Poznan - Poland , 25/27 april '95

I am very pleased to enclose details of CEPEX, the first major international power exhibition to be staged in Central Europe. This event will bring the best of international technology to buyers and decision makers from all over Central and Eastern Europe.

Products and services in the following areas will be featured:

- Generation, transmission and distribution of electricity
- Energy conservation
- Environmental issues related to generation

IIR International exhibitions, in association with 'Modern Power Systems' magazine are delighted to have the support of The Polish Ministry of Industry & Trade, The Polish Power Grid Company on behalf of the host nation and the EC Energy Directorate with its network of Energy Centres in Central Europe.

A very substantial promotional campaing, a high quality conference and prestigeous Advisory Committees for both exhibition and the conference will ensure that

An early booking with a deposit of just 20 % will guarantee the best possible stand position for your company at this important event.

To address to: IIR INTERNATIONAL EXHIBITIONS , CEPEX SALES OFFICE: 3 Selhurst Close, Woking, Surrey GU 21 4EX, UK. Tel.+44(0)4837707705, Fax +44(0)483751602

Publicăm mai jos o primă informare despre Consiliul Mondial al Energiei - al 16-lea Congres, Tokio '95, 8 -13 octombrie 1995

La al 16-lea Congres al CME care va avea loc la Tokio în 1995 se preconizează participarea aproximativ 5000 de membri, reprezentînd o mare varietate de factori de decizie din industria energiei şi de analişti de strategie.

Programul va cuprinde sesiuni tehnice, mese rotunde, expoziții, vizite tehnice, evenimente sociale şi culturare, vizite post-Congres etc.

Toyoaki Ikuta, preşedintele Comitetului de Organizare al celui de-al 16-lea Congres CME, a declarat:

"Consiliul Mondial al Energiei reprezintă astăzi peste 90 de națiuni şi formulează recomandări strategice asupra subiectelor globale de energie . Îmi face o deosebită plăcere faptul că Japonia va găzdui cel de-al 16-lea Congres CME şi că îi voi întîmpina pe distinşii participanți din toată lumea.

Acest Congres, organizat cu puțin timp înainte de sfîrşitul secolului, va prilejui discuții constructive şi interesante pe tema "Energie pentru lumea noastră comună.Ce va cere viitorul de la noi ?" Datorită faptului că deține puține resurse energetice autohtone, Japonia a promovat conservarea energiei, controlul poluării, energia nucleară etc., domenii care vor interesa majoritatea participanților. Doresc, de asemenea, ca această întîlnire să vă ajute să înțelegeți cultura şi natura Japoniei. Aceasta va duce la o intensificare a comunicării viitoare dintre noi".

Congresul va avea tema **Energie pentru lumea noastră comună. Ce va cere viitorul de la noi ?**

Se spune din ce în ce mai mult că ne aflăm în punctul de răscruce al civilizației noastre moderne. Resursele globale limitate, problemele mondiale de mediu şi alte probleme îşi au rădăcinile în actuala civilizație industrială şi nu pot fi disociate de problema energiei. Astăzi, alte idealuri şi moduri de viață noi sînt considerate necesare pentru rezolvarea acestor probleme. Soluționarea lor izbutită va necesita ca problemele energetice să fie formulate atît în context intern, cît şi internațional.

Congresul al 16-lea Tokio '95 va fi o ocazie de a pune aceste probleme din prespective şi atitudini pozitive şi de a prezenta discuții inspirate asupra viitoarelor posibilități ale omenirii.

Odată cu informațiile referitoare la Congresul propriu-zis am mai primit o invitație de la domnul Keiichi Yokobori, directorul executiv, privitoare la "Expoziția tehnică" de la Tokio, care se va organiza simultan cu Congresul.

Iată textul invitației:

Stimată doamnă/Stimate domn

În numele Comitetului de organizare al celui de-al 16-lea Congres CME care va avea loc la Nippon Convention Center, Makuhari Messe, în apropiere de Tokio, între 8 -13 octombrie 1995, profităm de această ocazie pentru a vă invita să participați la "Expoziția tehnică" ce se va organiza odată cu Congresul, în același loc, în perioada 8-13 octombrie 1995.

Obiectivul principal al expoziției este de a demonstra capacitatea industriilor legate de energie de a veni în întîmpinarea deziderateloi cuprinse în tema congresului "Energie pentru lumea noastră comună. Ce va cere viitorul de la noi ?" prin prezentarea realizărilor trecutului, progresului actual şi a viitoarelor proiecte sau planuri. Aceasta va spori şi lărgi cu siguranță înțelegerea opiniei publice asupra problemelor energiei la scară globală (mondială). Expoziția joacă un rol din ce în ce mai important în contextul general al Congresului şi constituie o ocazie pentru expozanți şi vînzători de a obține informații direct de la sursă despre cele mai noi tehnologii, de a schimba păreri şi de a-şi lărgi cercul de relații personale şi profesionale. Presa şi celelelte mijloace de informare vor face publicitate expoziției, iar eu personal încerc să contactez factori de conducere şi decizionali din industrie şi specialişti în energie din toată lumea pentru a transmite acest mesaj.

Comitetul nostru de organizare a congresului vă încurajează să profitați de această ocazie unică şi să vă faceți planuri pentru o participare încununată de succes.

Al dvs. cu sinceritate - Keiichi Yokobori, Director executiv

(Informație furnizată de dr. ing. CĂLIN MIHĂILEANU)

СОДЕРЖАНИЕ

Специальный номер: "Стоимости мероприятия по удалению загрязнения в румынской энергетике на короткий срок и в перспективе"

ПЕРЕДОВАЯ СТАТЬЯ 151

КОРНЕЛ МОЦИУ: Круглый стол по теме: "Стоимости сокращения загрязнения в энергетике" 152
КЭЛИН МИХЭИЛЯНУ: Некоторые аспекты нормативных действий, принятых на национальном плане в отдельных странах по борьбе с атмосферным загрязнением 153-156
ДУМИТРУ МАНЕА: Перспективы введения "эко-сборов" в тарифы 157-161
ГЕОРГЕ МАНЕА: Обеслесение и энергетика 162-168
ЕЛЕОНОРА АТАМАН: Обессеривание дымовых газов от котлов, сжигающих маэут и природные газы 169-173
ЖЕОРЖЕТА ХРИСТЕСКУ, КАРМЕН КОНДРЕА, ЭКАТЕРИНА ЭИСУЛЕСКУ, РОДИКА МАКАРИЕ: Технологии обессеривания 174-181
ЛИВЮ ДРАГОЩ , АЛЕКСАНДРУ САВУ: Мокрое известковое обессеривание дымовых газов от котлов, сжигающих маэут, уголъ или смешанное топливо 182-184
ЕЛИСАБЕТА ПЭСКУЛЕТЕ, ГАБРИЕЛ АНГЕЛИДИС, КОРНЕЛИЯ КОМША: Современные технологии по удалению NO_X из дымовых газов на электростанциях, использующих ископаемое топливо 185-192
КЭЛИН МИХЭИЛЕАНУ: Заключения круглого стола "Цены удаления загрязнения в энергетике" 193
ИЗ РУМЫНСКОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 156
РЕЦЕНЗИЯ 168
НОВЫЕ ПУЬЛИКАЦИИ 192
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ
МАГДАЛЕНА МАТЕИ: Вторая Конференция Мирового Института Угля 194-198
ВЛАДИМИР КОНСТАНТИНЕСКУ, СОРИН УНГУР: 90 лет на службу потребителей 198-200
КОСТИН РУКЭРЕАНУ: Научная сессия Энергетической Комиссии Румынкой Академии 200-202
ИЗ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 203-205
ИНФОРМАЦИЯ 206

INHALTSVERZEICHNIS

Sonderheft: Kosten der Umweltreinigung-Massnahmen in der rumänischen Energiewirtschaft auf kurzem Termin und in Perspektive

LEITARTIKEL 151

CORNEL MOŢIU: Runder Tisch mit dem Thema "Kosten der Umweltreinigung der Energiewirtschaft 152
CĂLIN MIHĂILEANU: Einige Aspekte der zur Bekämpfung der Luftverschmutzung aut nationaler Ebene unternommenen Regelungen in verschiedenen Ländern 153-156
DUMITRU MANEA: Perspektive zur Einführung in die Tarifen der "Eco-Gebühren" 157-161
GHEORGHE MANEA: Der Wald in der Gleichung des Treibhauseffektes 162-168
ELEONORA ATAMAN: Rauchgasentschwefelung bei Dampfkesseln mit festen und flüssigen Brennstoff-Feuerungen 169-173
GEORGETA HRISTESCU, CARMEN CONDREA, ECATERINA ZISSULESCU, RODICA MACARIE: Entschwefelungsverfahren 174-181
LIVIU DRAGOŞ, ALEXANDRU SAVU: Feuchte Rauchgasentschwefelung mit Kalkstein für Dampfkesseln mit Kohle-und flüssigem Brennstoff-Feuerungen 182-184
ELISABETA PĂSCULETE, GABRIEL ANGHELIDIS, CORNELIA COMŞA: Moderne Verfahren zur NO_X-Entfernung aus den Rauchgasen der Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen 185-192
CĂLIN MIHĂILEANU: Schlussfolgerungen zum Rundtisch "Kosten der Verschmutzungsbekämpfung in der Energiervirtschaft" 193
DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IN RUMÄNIEN 156
REZENSION 168
NEUE ERSCHEINUNGEN 192
TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN
MAGDALENA MATEI: Die zweite Tagung des Weltkohleinstitutes (WCI) 194-198
VLADIMIR CONSTANTINESCU, SORIN UNGUR: 90 Jahre im Dienst der Verbraucher 198-200
COSTIN RUCĂREANU: Wissenschaftliche Tagung der Energiekommission der rumänischen Akademie 200-202
DIE ENERGIEWIRTSCHAFT WELTWEIT 203-205
NACHRICHTEN 206

SOMMAIRE

Numéro spécial: "Les couts des mesures antipollution dans l'énergétique roumaine á court terme et en perspective".

EDITORIAL 151

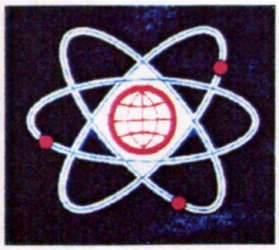
CORNEL MOŢIU: Table Ronde sur "Les couts de la dépollution dans l'énergétique" 152
CĂLIN MIHĂILEANU: Aspects des actions normatives entreprises au niveau national dans différents pays pour combattre la pollution atmosphérique 153-156
DUMITRU MANEA: La perspective de l'introduction dans les tariffs des "éco-taxes" 157-161
GHEORGHE MANEA: La foret dans l'équation de l'effet de serre 162-168
ELEONORA ATAMAN: La désulfurisation des fumées dans les chaudieres a fuel et a gaz 169-173
GEORGETA HRISTESCU, CARMEN CONDREA, ECATERINA ZISSULESCU, RODICA MACARIE: Technologies de désulfurisation 174-181
LIVIU DRAGOŞ, ALEXANDRU SAVU: La désulfurisation humide, a calcaire, des fumées provenues des chaudieres a fuel, a charbon et mixtes 182-184
ELISABETA PĂSCULETE, GABRIEL ANGHELIDIS, CORNELIA COMŞA: Technologies modernes pour éliminer les oxydes d'azote des fumées dans les centrales a combustibles fossiles 185-192
CĂLIN MIHĂILEANU: Conclusions de la table ronde "Les couts de la depollution dans l'énergétique" 193
L'ÉNERGIE DANS ROUMANIE 156
COMPTE-RENDUS 168
NOUVELLES PUBLICATIONS 192
MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES
MAGDALENA MATEI: La deuxieme Conférence de l'Institut Mondial du Charbon (WCI) 194-198
VLADIMIR CONSTANTINESCU, SORIN UNGUR: 90 ans au service des consummateurs 198-200
COSTIN RUCĂREANU: La Session scientifique de la Commission de l'Energie de l'Académie Roumaine 200-202
L'ÉNERGIE DANS LE MONDE 203-205
INFORMATION 206

CONTENTS

Special issue "Costs of antipollution measures in the Rmanian energetics on a short-term and in the future

EDITORIAL 151

CORNEL MOŢIU: Round table with the topic: "Costs of antipollution measures in the Romanian energetics on a short-term and in the future" 152
CĂLIN MIHĂILEANU : Some aspects of the standardizing actions undertaken at the national level by different countries in order to fight against atmosphere pollution 153-156
DUMITRU MANEA: The prospect of the "eco-taxes" application in the tariff policy 157-161
HEORGHE MANEA: The forest in the greenhouse effect equation - the Romania's case 162-168
ELEONORA ATAMAN: Flue gas desulphuration in case of black oil and natural gaz operated boilers 169-173
GEORGETA HRISTESCU, CARMEN CONDREA, ECATERINA ZISSULESCU, RODICA MACARIE: Desulphuration technologies 174-181
LIVIU DRAGOŞ, ALEXANDRU SAVU: Wet desulphuration of flue gases resulted from boilers running on black oil, coal or mixed fuel, by using limestone 182-184
ELISABETA PĂSCULETE, GABRIEL ANGHELIDIS, CORNELIA COMŞA: Updated technologies for flue gas NO_x elimination from power plants using fossil fuels 185-192
CĂLIN MIHĂILEANU: Conclusions to the round table "De-poll uting Expenses in Power Engineeting" 193
ENERGY IN ROMANIA 56
REVIEWS 168
NEWS BUCKS 192
EVENTS
MAGDALENA MATEI: The 2nd Cerence of World Coal (WCI) 194-198
VLADIMIR CONSTANTINESCU, SORIN UNGUR : 90 years in the service of the consumers 198-200
COSTIN RUCĂREANU:Scientific Session of the Romanian Academy Energy Committee 200-202
ENERGY WORLDWIDE 203-205
INFORMATION 206



fecne sa

SOCIETATEA COMERCIALĂ DE FABRICAȚIE A ECHIPAMENTELOR PENTRU CENTRALE NUCLEAROELECTRICE S.A.

♦ Întrunim cerințele dv. pentru producția de echipament greu, dispunînd de capacitate tehnică de proiectare și de dotare tehnică adecvată

♦ Dispunem de autorizări specifice pentru execuție de utilaje din domeniile: ENERGETICĂ CLASICĂ ȘI NUCLEARĂ, TERMOFICARE, CHIMIE ȘI PETROCHIMIE, INDUSTRIA CIMENTULUI , METALURGIE , CONSTRUCTII INDUSTRIALE.

♦ Asigurăm asistență tehnică, reparații,prestări servicii

♦ Livrăm prompt produse de calitate: schimbătoare de căldură și vase sub presiune pentru toate domeniile de activitate, coloane de sinteză, cuptoare, laminoare, mori de ciment, rezervoare, construcții metalice - produse rezistente la coroziune realizate din materiale inoxidabile, înalt sau slab aliate, oțel carbon, aliaje neferoase.

♦ Asigurăm transportul și pentru produsele de mare tonaj și agabaritice.

♦ Suntem pregătiți pentru colaborarea cu dv.

HAVE YOU GOT A SPECIAL COMPLEX DESIGN FOR A UNIQUE APPLICATION ? IS IT ONE PIECE OF HEAVY EQUIPMENT ONLY ?WE CAN SUPPLY THE BEST OF IT.

Specially designed to meet world level requirements, FECNE has the most technically advanced equipment for manufacturing heavy equipment based on extremely complex design and special materials.

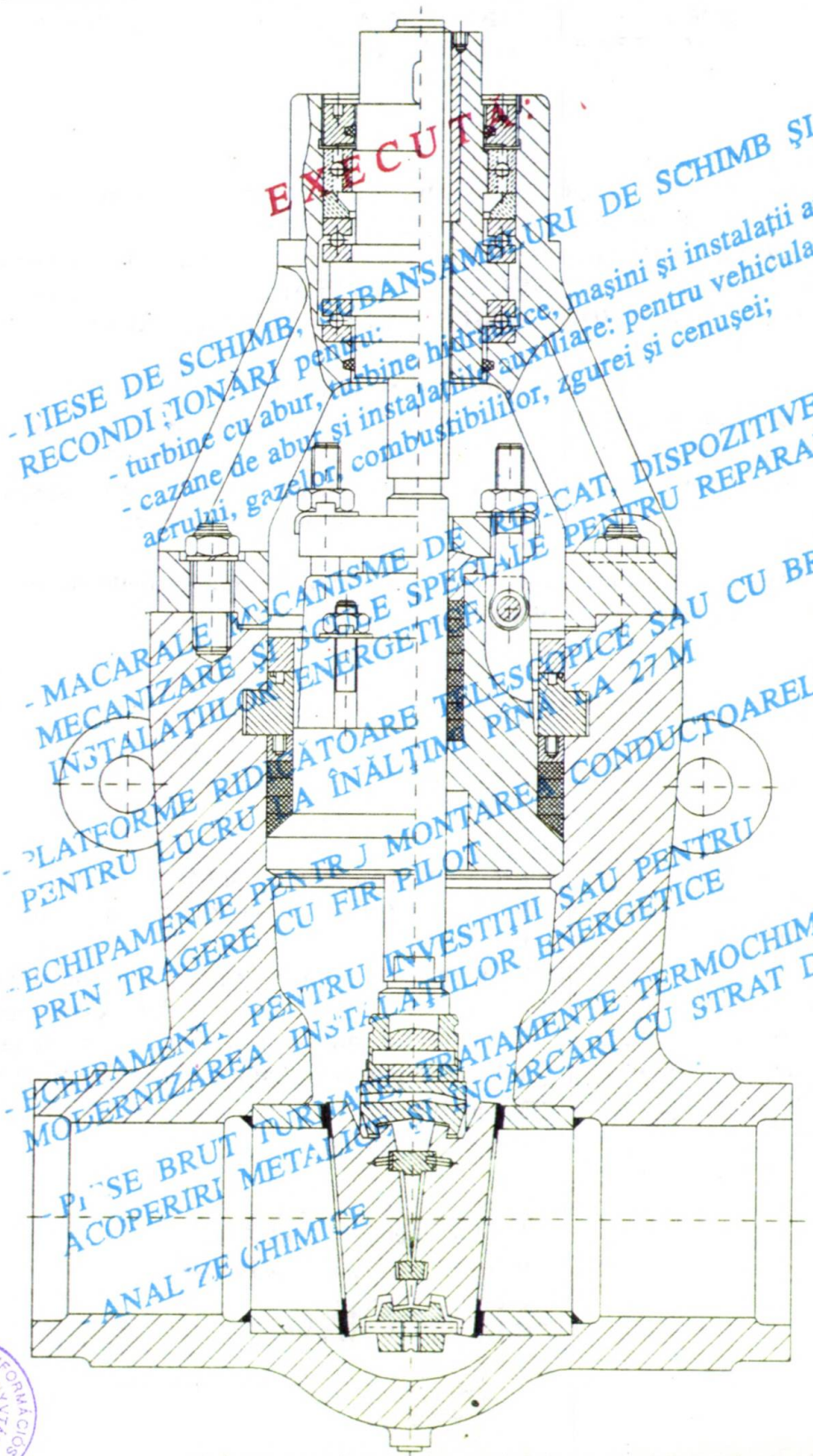
In the chemical, petrochemical, nuclear, metallurgical and structural materials industries any special design such as pressure vessels, heat exchangers, synthesis columns, toxic and corrosive environment resistant tanks, electric furnaces, rolling mills, rotary mills and burning ovens, heavy metallic construction, will find the best quality and delivery schedule.

Sos. Berceni Nr. 104 sector 4, Cod: 75632,
Telephone: 401/6836279,Fax: 401/6836148
Telex: 10243 imgbr
BUCHAREST - ROMANIA

Filiala

ENERGOREPARAŢII

BUCUREŞTI - România, B-dul Energeticienilor 13-15, sect. 3, cod 74568;
tel: 322.50.64; telex: 10635; fax: 321.56.90; 322.18.80
UPSSRAE **BRAŞOV** – str. Zizinului, nr. 23; fax: 092 18.66.94; tel: 092 13.46.23
UPSSAE **CÂMPINA** – str. Ecaterina Teodoroiu, nr. 13; fax: 097 333.853; tel: 097 33.41.52
UPSSAE **ROVINARI** – str. Energeticienilor, nr. 1; jud. Gorj, cod poştal 1442; tel: 092 14.215



EXECUTĂ:

- PIESE DE SCHIMB, SUBANSAMBLURI DE SCHIMB ŞI RECONDIŢIONĂRI pentru:
  - turbine cu abur, turbine hidraulice, maşini şi instalaţii auxiliare;
  - cazane de abur şi instalaţiile auxiliare: pentru vehicularea apei, aerului, gazelor, combustibililor, zgurei şi cenuşei;
- MACARALE, MECANISME DE RIDICAT, DISPOZITIVE PENTRU MECANIZARE ŞI ECHIPAMENTE SPECIALE PENTRU REPARAREA INSTALAŢIILOR ENERGETICE
- PLATFORME RIDICĂTOARE TELESCOPICE SAU CU BRAŢE PENTRU LUCRU LA ÎNĂLŢIMI PÎNĂ LA 27 M
- ECHIPAMENTE PENTRU MONTAREA CONDUCTOARELOR LEA PRIN TRAGERE CU FIR PILOT
- ECHIPAMENTE PENTRU INVESTIŢII SAU PENTRU MODERNIZAREA INSTALAŢIILOR ENERGETICE
- PIESE BRUT TURNATE, TRATAMENTE TERMOCHIMICE, ACOPERIRI METALICE ŞI ÎNCĂRCĂRI CU STRAT DUR
- ANALIZE CHIMICE

KÖZPONTI MŰSZAKI INFORMÁCIÓS ÉS KÖNYVTÁR 1883

Filială înregistrată la Registrul Comerţului sub numărul J40/14878/1991

ICEMENERG

INSTITUTUL DE CERCETARI SI MODERNIZARI ENERGETICE

Familia **SISTEX** :

INSTALATIE de EXCITATIE
pentru
MASINI ELECTRICE SINCRONE

DESTINATIE :

Instalatia de excitatie tip **SISTEX**

- genereaza curentul continuu necesar functionarii masinii sincrone (generator,motor,compensator sincron)
- controleaza si regleaza regimul de functionare al masinii sincrone in functie de conditiile cerute de nodul energetic in care lucreaza masina sincrona.

DOMENIU DE APLICARE :

TURBO generator	**pina la 330 MW**
HIDRO generator	**pina la 60 MW**
Grup DIESEL	**pina la 10 MW**
COMPENSATOR SINCRON	**pina la 60 MW**
MOTOR SINCRON	**pina la 10 MW**

CARACTERISTICI TEHNICE GENERALE :

- Regulator automat de tensiune cu consemn digital - STANDARD
- Regulator manual al curentului de excitatie cu consemn digital - STANDARD
- Egalizarea automata a celor doua canale de reglare - STANDARD
- Telecomanda - STANDARD
- Telemasura - STANDARD
- Telesemnalizare - STANDARD
- Rezerva in puntea redresoare cu tiristoare la 30% - STANDARD
- Rezerva 100% in generarea impulsului de comanda a puntii cu tiristoare cu trecere automata pe canalul de rezerva - STANDARD

EXTINDEREA OPTIONALA A FUNCTIUNILOR DE BAZA :

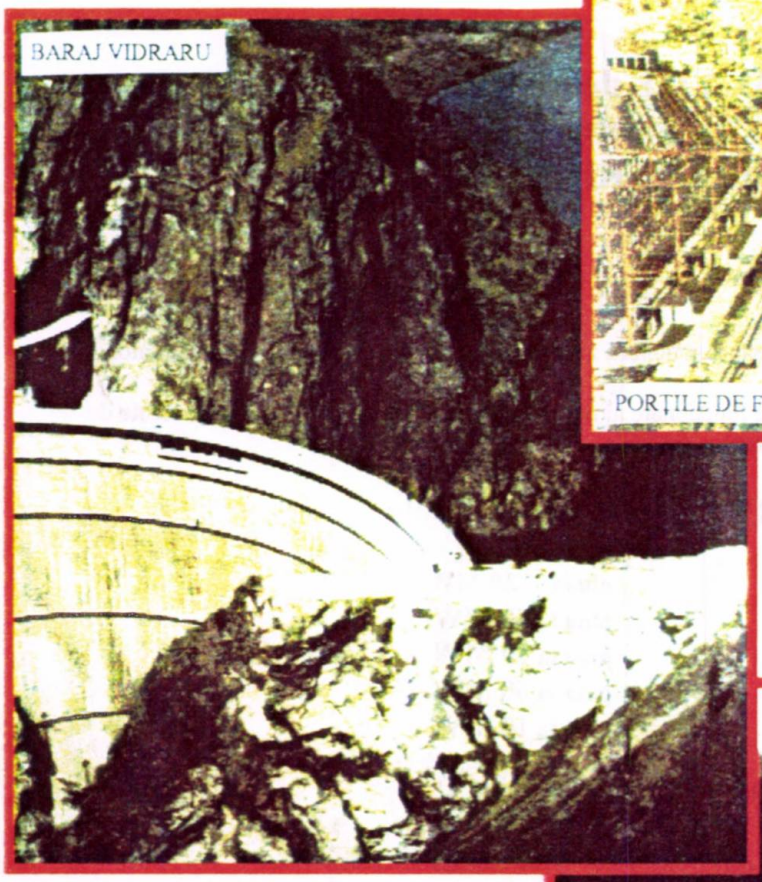
La dorinta beneficiarului,prin comanda initiala,sau la optiunea ulterioara,fata de echiparea STANDARD, echipamentul se poate completa cu :

1. Alimentare redondanta a serviciilor sale proprii din bateria centralei
2. Limitarea unghiului rotoric
3. Reactie de tensiune redondanta pentru regulatorul de tensiune
4. Limitator pentru curentul statoric
5. Limitator al puterii reactive
6. Rezerva de 100% in puntea cu tiristoare
7. Posibilitatea de separare galvanica a unei punti cu tiristoare

HIDROCONSTRUCTIA S.A.

EXECUTĂ :

* Baraje din beton, din pământ, din anrocamente şi din alte materiale locale



BARAJ VIDRARU

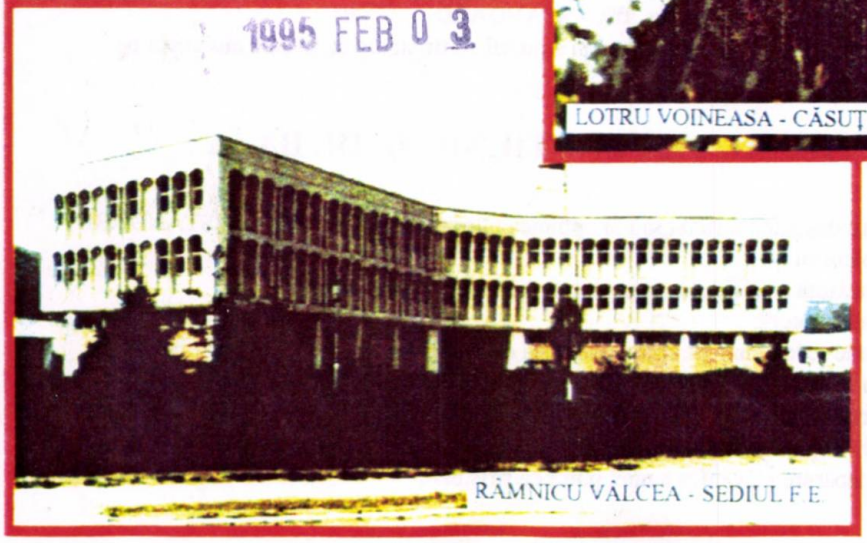
PORŢILE DE FIER I - ECLUZĂ

* Staţii de pompare, sisteme de irigaţii
* Lucrări de foraje şi injecţii
* Lucrări speciale: incinte batardouri celulare, derocări sub apă, betoane precomprimate
* Ecrane de etanşare, pereţi mulaţi
* Staţii de sortare şi alte instalaţii tehnologice
* Platforme betonate
* Apărări de maluri

* Centrale hidroelectrice de suprafaţă şi subteran
* Ecluze, porturi, dragaje
* Canale, conducte, blindaje
* Galerii de aducţiune, de fugă, galerii secundare, prize de apă

LOTRU VOINEASA - CĂSUŢE

1995 FEB 0 3



RÂMNICU VÂLCEA - SEDIUL F E

* Construcţii industriale, atelire mecanice, centrale termice
* Vămi
* Spitale
* Hoteluri, moteluri
* Locuinţe
* Clădiri administrative
* Drumuri, poduri
* Confecţii metalice, prefabricate din beon, agregate
* Scule de minerit, burghie
* Transporturi de marfă şi materiale
* Activitate de turism

103 - 105 Calea Dorobanţilor
Sector 1, Code 71223
Bucharest - Romania

Registered Under Nr. J 40/1726/1991
Fiscal Code No.1556820

Telephone: ++ 40.(0) 1.212.24.30
++ 40.(0) 1.212.02.29
Fax: ++ 40.(0) 1.312.97.64
++ 40.(0) 1.212.03.27
Telex: 10244 R

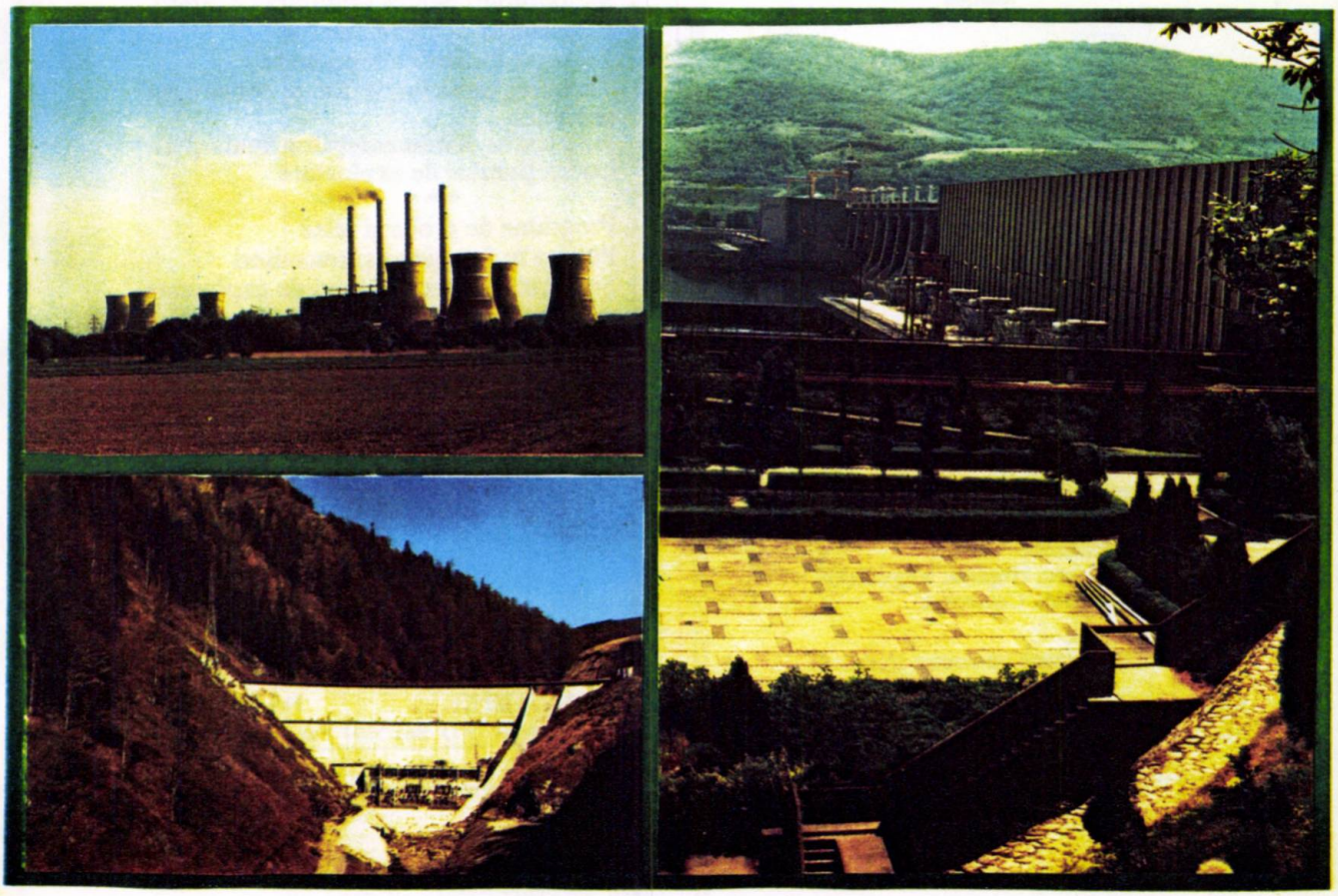
E 2039

seria A

septembrie - octombrie 1994

energetica

5



INSTITUTUL DE STUDII SI PROIECTARI ENERGETICE

INSTITUTE OF POWER STUDIES AND DESIGN

Studies
Design
Consulting
Engineering
Tech. assistance
Commissioning
Computer services

Turn Key Projects

Thermal and nuclear power plants
Electric transmission lines
Transformer substations
Town heating networks
High pressure and temperature piping

GENERAL CONTRACTOR

ISPE

REFERINŢE

În România proiectare pentru sistemul energetic naţional: CET, CTE, CNE, linii şi staţii electrice

În străinătate proiectare:
CTE Singereni - India
CET EI - Mex Alexandria - Egipt
CTE Hamrawein - Egipt
CET Banias - Siria
CTE Cebu - Filipine
CET Anatolia - Turcia
CET Pucheng - China
CT Germania:
Berlin, Dresda, Leipzig, Neubrandenburg, Halle, Rostok, Schwein

Staţii de transformare:
Bangladesh, Maroc, Nigeria, Yugoslavia, Siria, Pakistan, Irak, Columbia

Linii electrice aeriene cu circuit simplu si dublu:
Iran, Irak, Egipt, Liban, Iordania, Pakistan Malaezia, Cipru

SERVICIILE OFERITE DE ISPE

Estimări privind opţiunile energetice
Studii de fezabilitate
Studii de fundamentare şi amplasament
Evaluări economice
Studii privind amplasarea centralelor şi staţiilor electrice
Analiza privind factorii de risc şi studii de optimizare a proiectelor

* * *

Proiecte de detaliu pentru lucrări electrice, mecanice şi de construcţii
Contracte şi specificaţii
Caiete de sarcini
Analize tehnice şi compararea propunerilor şi ofertelor
Tratative pentru încheierea de contracte
Avizări proiecte
Grafice de realizare a proiectelor
Inspectarea, testarea şi controlul calităţii centralelor şi staţiilor electrice

* * *

Metodologii pentru asigurarea calităţii
Inspectarea echipamentelor
Testarea în fabrica furnizoare
Supravegherea lucrărilor de construcţii şi montaj
Asigurarea documentaţiilor finale şi a instrucţiunilor de exploatare

* * *

Programe de probe şi teste
Punere în funcţiune şi remedieri
Şcolarizarea personalului de exploatare şi întreţinere
Urmărirea funcţionării iniţiale şi în exploatare a instalaţiei proiectate

With 45 years of experience
Your success is in our Power!

INSTITUTUL DE STUDII ŞI PROIECTĂRI ENERGETICE

ISPE

Bd. Lacul Tei nr. 1 — BUCUREŞTI 72301
P.O. Box 30 - 33 — Tel. (40.1) 210.70.80
Tx. 10978 ISPE r — Fax (40.1) 210.36.20
Măgurele P.O. Box 5204 Fax. (401) 3123930

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 42 | Nr.5, SERIA A | SEPTEMBRIE - OCTOMBRIE 1994

ISSN 1220 - 5133

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca de exemplu:
- Diaru pentru vulgarizarea ştiinţeloru naturale şi fizice (1870 - 1882);
- Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);
- Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);
- ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);
- Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);
- Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate.

Revista apare alternativ în două serii :
- seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;
- seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

Interviu cu dl. Secretar de Stat Florin Tănăsescu 211 - 215

PROTECŢIA MEDIULUI. PUNCTE DE VEDERE

ARJAN SIPKEMA, PETRA de VISSER: Evaluarea impactului asupra mediului (în limba engleză) 216 - 228

IOANA IONEL : Formarea N_2O în timpul denitrificării gazelor de combustie prin reducere selectivă noncatalitică cu injecţie de amoniac (în limba engleză) 229 - 234

ALEXANDRU POEATĂ: Consideraţii privind creşterea ponderii impactului estetic vizual şi selectarea variantelor de realizare a reţelelor electrice 235 - 238

SPERANŢA IANCULESCU, SERENA ADLER: Principii ale legislaţiei de mediu din România 239 - 241

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

ELEONORA ATAMAN: Reducerea emisiilor de bioxid de sulf prin desulfurarea gazelor de ardere 242 - 248

CENTRALE HIDROELECTRICE

LUCIAN MÂNDREA: Proiectarea captărilor şi decantoarelor 249 - 252

RECENZIE

GEORGE CHERCEA: Basu, P. "Cazane cu ardere în strat fluidizat. Concepţie şi aplicaţii " 253 - 254

REGULAMENT DE FUNCŢIONARE AL REVISTEI ENERGETICA 255 - 258

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

BIROUL DE REDACŢIE : dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Gabriel POPESCU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; dr. ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; dr. ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; ing. Petre POSTOLACHE; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; dr. ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULEAC; dr. ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251
Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Tiparul executat la ICEMENERG

Interviu cu dl. Secretar de Stat Florin Tănăsescu
- Ministerul Cercetării şi Tehnologiei -

Stimate domnule ministru, în dubla dv. calitate de specialist recunoscut, cu merite în domeniul energeticii româneşti, şi de membru al executivului românesc, vă rugăm să răspundeţi la cîteva din întrebările pe care, în numele energeticienilor din ţara noastră, vi le punem şi în ale căror răspunsuri cititorii revistei ENERGETICA sînt deosebit de interesaţi.

Ţin să mulţumesc redacţiei revistei "Energetica", domnului dr. ing. Eugeniu Pavel, preşedintele Colegiului de redacţie pentru ocazia pe care mi-o oferă de a mă adresa energeticienilor, sector de activitate nu numai vital pentru o economie modernă, dar în egală măsură plin de istorie şi de contribuţii aduse de români la dezvoltarea energeticii mondiale. Într-o perioadă în care atît de mulţi "caută" şi atît de puţini "găsesc", prezentul interviu, la care apreciez conţinutul întrebărilor, îmi dă posibilitatea de a încerca să dau unele răspunsuri la problemele nu simple pe care le întîmpinăm astăzi, care să îndemne la reflecţii şi înţelegîndu-le şi stabilind un consens, să le găsim şi rezolvări.

I. Cercetarea în domeniul energeticii

Motivaţie

Problemele actuale ale energeticii în România reflectă în mic problematica din energetica mondială.

Intersectarea, din punct de vedere ştiinţific, a sferei energiei cu multe alte sfere conceptuale, ca mediul înconjurător, dezvoltarea economică etc., complică foarte mult activitatea de cercetare, care capătă în timpurile noastre un rol social de importanţă capitală pentru omenire: acela de a pregăti pentru viitorul apropiat şi îndepărtat o "dezvoltare durabilă".

I.1.Consideraţi că energetica românească are condiţii pentru o dezvoltare durabilă, fără a fi necesare cercetări proprii de amploare, mulţumindu-se să "importe" tehnologiile necesare? Dacă nu, care este gîndirea strategică în prezent?

I.1. După opinia mea nici o ţară nu-şi permite ca schimbarea structurilor sale economico-sociale, şi programul în general, să se facă prin "import de cercetare". Cercetarea devine un vector strategic al dezvoltării, ea trebuind să asigure formarea de specialişti capabili de a crea, de a accepta soluţii de la alţi parteneri, de a le dezvolta , funcţie de opţiunile şi necesităţile proprii. Şi chiar dacă cheltuiala pentru cercetare nu este mică, ţările se străduiesc să aloce cote reprezentative din produsul intern brut (PIB), convinse că o desprindere de "lumea bună" a cercetării îi va plasa în poziţia de "receptor" şi nu de "generator" !! De aici şi eforturile României de a nu pierde un avantaj pe care l-a avut de peste 80 de ani, de a avea oameni de valoare - chiar adevărate şcoli, cum a fost şi aceea a energeticii şi electrotehnicii -, care au devenit figuri reprezentative ale ştiinţei mondiale. Pentru că personalităţi de talia lui Vasilescu Karpen, C. Budeanu, Dimitrie Leonida, Dorin Pavel, Remus Răduleţ, Aurel Avramescu, M. Bercovici, I.S. Antoniu, au aparţinut nu numai şcolii româneşti, dar practic şi "familiei" mari a ştiinţei mondiale.

În mod concret, răspunsul la întrebarea dumneavoastră dacă energetica românească se poate dezvolta fără cercetări proprii, numai prin transferuri tehnologice, este categoric nu şi voi încerca, valabil şi pentru alte sectoare, să explic acest lucru. Astăzi în lume, ritmul de înnoire devine tot mai scurt, iar cheltuielile de promovare a unei tehnici devin tot mai ridicate. Costurile noilor tehnici sînt superioare celor pe care le înlocuiesc, de unde eforturile tot mai ridicate pentru o ţară de a le achiziţiona. Problema resurselor unei ţări de a achiziţiona o tehnică nouă este în ultimă instanţă decisivă. Deci mărimea resurselor pledează pentru o cercetare proprie, care să permită ca numai ceea ce nu poţi să faci sau ceea ce ţi-ar lua timp mult sau care nu ar fi economic de dezvoltat să fie preluat. Deci importuri de tehnologii vor exista, fără însă ca prin asta, în mod prea simplist, cum din păcate mai întîlnim, să se înţeleagă că preluarea unor tehnologii trebuie să aibă ca efect dispariţia cercetării din domeniu. Fals, pentru că anterior "preluării", trebuie să ai oameni care ştiu, care creează "plasma conductoare" a transferului, iar după însuşirea noii tehnici, capacitatea de a o dezvolta.

Deci, cred că cercetarea ştiinţifică din energetică îşi va păstra vigoarea, amplificîndu-şi contribuţiile şi realizînd, ca şi pînă acum, numeroase obiective de valoare, tehnologii şi concepte şi va fi partenerul la preluarea acestor tehnologii apreciate ca util a fi obţinute din alte ţări.

I.2. Care este politica guvernamentală în privinţa finanţării cercetărilor proprii în energetică, dat fiind:

- amploarea cercetărilor în domeniul energeticii;

- categoriile de cercetări necesare (fundamentale, aplicative, inginerie tehnologică etc.);

- clasificarea cercetărilor după durata efectivă pînă la aplicaţiile comerciale;

- clasificarea cercetărilor după urgenţa utilităţii lor aplicative?

I.2. Cred că în România se înţelege importanţa cercetării proprii, poate marcat şi de faptul că factorii de decizie nu pot să nu recunoască, prin numeroasele exemple concrete oferite de cercetarea noastră, că aceasta este o forţă. Pentru că toate lucrările hidroenergetice din România, centralele termo şi hidro puse în funcţiune, sistemul energetic şi problemele asigurării unor parametri funcţionali corespunzători, au dovedit ingeniozitatea şi seriozitatea soluţiilor şi a nu recunoaşte acest fapt te pune în situaţia de a fi sau orb sau răuvoitor.

După opina mea, măsura ca statul să sprijine în această perioadă de tranziţie cercetarea, creînd fondul special de 1 % pentru cercetare, a fost salutară şi a permis nu numai reducerea unor pierderi de oameni - fenomen infinit mai accentuat în alte ţări ale Europei Centrale şi de Est -, dar şi abordarea unor tematici de interes, al căror efect deja începe a se sesiza. Sigur că acest fond este mic şi nu satisface toate nevoile cercetării, dar oricum este mai mare decît cel alocat de alte ţări; sperăm, însă, că odată cu procesul de "demarare" a economiei, să poată fi atrase resurse financiare suplimentare pentru cercetare, care să întregească acei circa 50 %, din partea cercetării, asiguraţi de către stat.

Faptul că banii sînt puţini, impune însă şi o gospodărire şi raţională distribuire a lor pe problemele fundamentale ale cercetării, a celor de dezvoltare şi aplicative.

Dacă iau domeniul dumneavoastră de activitate, în care lucrează circa 3000 cercetători şi proiectanţi, vă pot menţiona că nici una din aceste categorii de cercetători nu este neglijată. În domeniul cercetărilor fundamentale: energetica nucleară, sursele noi de energie, stabilitatea sistemelor, logica "fuzzii", teoria reglajului şi automatizărilor, ocupă un loc important în procupările dumneavoastră, dar şi ale colaboratorilor. După cum din rîndul cercetărilor de dezvoltare şi aplicative nu pot să nu menţionez: sistemele de excitaţie pentru grupurile energetice, modernizarea centralelor termice, tehnici moderne de supraveghere a barajelor, optimizarea parametrilor la agregatele energetice şi altele.

Cît despre timpul de realizare a unei soluţii, vei avea efect economic dacă finalizezi cercetarea în timp util şi dacă o transferi rapid. Şi aici este zona în care va trebui acţionat. Pentru că străduniile de a finaliza o cercetare medie în 2-3 ani se izbesc încă de modul în care se mai realizează un transfer tehnologic la beneficiar: greoi, cu poticneli (datorate fie cercetătorului, fie beneficiarului), lipsa de fonduri, care nu fac decît ca efectul economic să apară mai tîrziu sau poate nu la valoarea anticipată.

I.3. Care este politica guvernamentală în ceea ce priveşte pregătirea cercetărilor, asigurarea dotării de bază şi stimulării lor?

I.3. O să-mi permiteţi ca înainte de a răspunde acestei întrebări să mai fac un comentariu! Dacă discuţi cu un cercetător, este în stare să-ţi spună cum este în Anglia, în SUA sau Japonia, cîţi $ revin pe cercetător, cîtă dotare au pe cap de locuitor etc. Dacă aceeaşi problemă o discutaţi cu un om de finanţe - mai ales într-o perioadă de tranziţie - el îţi va spune: da, dar ţara la care te referi, este "aşezată"; că se dau bani, dar acei bani aduc "alţii"; că nici o ţară nu-şi permite să dezvolte toate cercetările; că însăşi "Maastrichtul" dovedeşte că şi cei bogaţi se asociază pentru a fi mai "economi" în utilizarea unor fonduri de cercetare. De aici, cred, şi necesitatea de a căuta adevărul între cele două extreme. În răspunsul la întrebarea dumneaoastră, n-aş dori să mă refer decît la ceea ce face sau stimulează Ministerul Cercetării şi Tehnologiei.

Formarea cercetătorului prin doctorate este una din posibilităţi, care o completează pe aceea începută în echipa de cercetare în care

inițial s-a dezvoltat. Eforturile nu sînt mici, datorate faptului că se investește o muncă, nu plătită astăzi poate plătită mîine, de unde și riscul candidatului în a opta. Ne străduim să sprijinim în institute această activitate, facilitîndu-le doctoranzilor documentări, alegerea subiectului de teză din lucrările proprii institutului, asigurarea unei logistici minime și acces la dotările altor laboratoare. Folosim acordurile încheiate de MCT pentru a prevedea pentru tinerii cercetători accesul la laboratoare și centre de cercetări din alte țări. Curînd, spre exemplu, 23 de tineri ingineri vor pleca pentru trei săptămîni în Italia în zona Forli, în laboratoarele unor firme cu profil mecanic și vor fi pregătiți în în domeniul "proiectării calității".

Deși greu, "am rupt o serie de fonduri " pentru cumpărarea de reviste și cărți, fonduri care s-au dat institutelor. Poate că va trebui să ne revizuim decizia, în sensul de a exista cel puțin într-un singur loc toate revistele, pentru că acum mai constatăm alocări multiple de aceleași titluri la institutele ce funcționează într-un același sector !! Gîndim cu institutele de învățămînt lansarea unui proiect "Tînărul inginer", care să-i stimuleze acestuia ambiția, să-i creeze condițiile de a se realiza în plan moral, științific, material. În orice caz, sînt unul dintre cei care cred că aici va fi centrul bătăliei anilor viitori, și mulți ar trebui să înțeleagă că aici se conturează poziția României într-o lume viitoare, pentru că, o medie de vîrstă în institutele noastre de 42-43 de ani trebuie să dea de gîndit; ce se va întîmpla atunci cînd generații valoroase vor părăsi "cîmpurile de luptă", fără să-și fi pregătit înlocuitori de cel puțin aceeași valoare?

Deși unele dotări s-au realizat în institute în acești ultimi 4 ani - domeniul tehnicii de calcul, unele dotări specifice de laborator - , pot afirma că față de nivelul de dotare al laboratoarelor care lucrează în domenii similare, sîntem departe. Sperăm ca odată cu restructurarea sectorului de cercetare și selectarea acelor "centre de competență" să facem mai mult privind dotarea. Deocamdată am solicitat, și am fost sprijiniți, ca în anul 1993 să alocăm pentru dotări 5 mld.lei (din păcate datorită necolectării în întregime a fondului de 1 % nu s-a realizat decît 40 - 45 %), iar pentru 1994 am prevăzut 25 mld. lei. Sperăm ca anul 1994 să fie mai bun!

Nu doresc să vorbesc de "stimularea cercetătorului" ! Nu pentru că nu aș crede în ea și nu aș înțelege că neexistînd, apar "scurgerile" de "creere" spre anumite domenii ce nu-i asigură realizarea profesională, dar i-o dau în schimb pe cea materială! Dar oare astăzi cînd o problemă esențială este asigurarea condițiilor minime de lucru și de salarii, aș fi realist, să vorbesc de stimulare? Eram acum cîțiva ani în Portugalia și vizitam un institut de cercetare în domeniul automatizării. Era aproape ora 19,00 și laboratoarele erau aproape pline; mult tineret ! Mă impresionau cu atît mai mult cu cît problemele abordate nu erau diferite de cele ale laboratoarelor noastre. Printre multele probleme discutate, am strecurat și pe cea a salarizării, fiind surprins că primesc mai puțin decît colegii din alte sectoare dar ... muncesc mai mult. Răspunsul a fost uluitor prin înțelepciune. Da, primesc mai puțin - spuneau ei -, dar după 2-3 ani, cînd vom ști mai mult și vor ști și alții mai multe despre noi, vor ști unde am lucrat, vom fi plătiți cum trebuie. Într-un fel o artă sau înțelepciunea de a ști că trebuie să investești în viitor!

Asta le recomand colegilor mai tineri, în privința unei stimulări a muncii lor în cercetare pe măsura eforturilor, nu demagogic, ci dintr-o experiență de viață, și pentru că și generațiile noastre, au trecut prin aceleași situații, dar au avut șansa de a avea mentori care le-au călăuzit pașii, învățîndu-i "că timpul lucrează pentru cei buni".

I.4. Care ar fi rolul privatizării în activitățile de cercetare-dezvoltare și inginerie tehnologică ?

Sigur că privatizarea va fi întîlnită și-n domeniul cercetării. Apariția unor firme puternice de cercetare va aduce după sine și crearea de laboratoare de cercetare specifice acestor activități, care vor avea statut privat. În toate cazurile, caracterul strategic al cercetării trebuie luat în considerare cu eșalonarea adecvată a instituțiilor publice de cercetare, private, societăți comerciale etc.

În domeniul dumneavoastră, de exemplu, apariția unei firme private de producere a energiei va impune cu siguranță și apariția unor nuclee de cercetare private. Aș insista însă că esențial în această problemă este aplicarea principiilor de economie de piață, indiferent ce forme de proprietate ar exista.

II. Educația cultural științifică a tineretului

Motivație

Desigur că problema educației tineretului cu înclinații spre știință nu este numai a

Ministerului Cercerării şi Tehnologiei, dar baza conceptuală şi materială trebuie asigurată de oamenii de ştiinţă, împreună cu cei care activează efectiv în industrie.

În acest context, istoria ştiinţei şi tehnologiilor în general şi prezentarea materială a dezvoltării acestora într-unul sau mai multe muzee tehnice în ţara noastră ar avea un mare efect educaţional în înţelegerea orto şi ontologică a fenomenelor. Desigur că la aceasta s-ar adăuga şi efectul educativ-patriotic pe care l-ar putea avea cunoaşterea evoluţiei realizărilor naţionale.

II.1. În ce măsură Ministerul Cercetării şi Tehnologiilor este implicat într-o astfel de acţiune şi care ar fi influenţa lui din punctul de vedere al dotării, funcţionării etc.

II.1. Sînt obsolut de acord cu motivaţia dumneavoastră ce stă la baza întrebării, convins fiind că şi Ministerul Cercetării şi Tehnologiei trebuie să se găsească în grupul celor preocupaţi de rezolvarea acestei probleme. Neculce spunea pe bună dreptate "vai de cei ce nu vor ţine seama de opera înaintaşilor", or, din acest punct de vedere, trebuie să remarc că în domeniul istoriei ştiinţei s-a scris prea puţin în România. Este drept, dumneavoastră în domeniul energeticii aţi mai făcut cîte ceva! Dar încă puţin! Medicii au făcut-o mai bine, de asta sînt şi mai cunoscuţi ca şcoală în străinătate.

Regretatul profesor R. Răduleţ, cu spiritul său luminat de enciclopedist, iniţiase o istorie a tehnicii româneşti. Ar fi rămas pentru viitorime. Din păcate n-a apărut. Se pare că elevii săi i-au preluat lucrarea şi sperăm să se finalizeze. Este mai multă nevoie de asemenea literatură - publicitară în ţară, dar şi în străinătate - pentru că cei care pot spune cîte ceva despre oamenii mari cărora le-au avut şansa de a le fi fost contemporani se "cam duc", iar alte mărturii sînt poate insuficiente pentru a defini complex o personalitate. Poate şi revista dumneavoastră "Energetica" dacă ar introduce o rubrică în care să prezinte personalităţile mari ale sectorului, ar acţiona ca un factor de cultură, permiţînd ca în viitor materialele publicate să constituie, în cel mai rău caz, un punct de plecare.

În domeniul educaţiei tehnice, "Muzeul Tehnic" constituie unul din mijloacele eficiente de a prezenta generaţiilor tinere evoluţia tehnicii, globalizarea sa, contribuţia oamenilor de ştiinţă români la dezvoltarea cunoaşterii.

Nu există ţară dezvoltată industrial care să nu acorde o maximă atenţie acestui mijloc de educaţie, ba în ultimul timp se semnalează apariţia unor asemenea muzee şi-n ţări africane sau din Asia, în special în domeniul "obiceiurilor tehnice" şi a "uneltelor inovate". Crearea în România, încă din anul 1909, a unui muzeu tehnic, care a purtat apoi numele celui care a fost sufletul acestei realizări, profesorul Leonida, este o dovadă a acestei înţelegeri. Dar trebuie înţeles că România anului 1994 nu mai este România anului 1909! Alt standard industrial, alt nivel de educaţie , alte obiective şi poate alte resurse: Muzeul anului 1994 va trebui gîndit ca atunci cînd croieşti o haină şi laşi şi ceva rezervă pentru timpul cînd o să mai creşti şi va trebui să fie diferit de cel de astăzi. Aşa cum este el astăzi, în spaţiile existente, nu mai poate reprezenta un autentic muzeu al tehnicii româneşti, de unde şi nevoia grupării tuturor forţelor pentru a-l face să nu fie mai prejos decît cel gîndit de înaintaşii noştri. Poate plasarea în "Casa ştiinţei", aflată în administrarea "Academiei Române", ar putea fi o soluţie, ea pretîndu-se unei moderne prezentări a exponatelor, iar spaţiile solicitate în "economia" clădirii ar reprezenta doar cîteva procente şi merită să faci acest efort, mai ales că se integrează perfect în politica de promovare a valorilor autentice pe care Academia îşi propune să o realizeze.

Trebuie să remarc că la efortul general pe care RENEL l-a făcut în păstrarea acestei comori de-a lungul atîtor ani, va trebui neapărat să se adauge toate forurile care pretind că nu le este indiferentă cultura şi educaţia.

II.2. Cum consideraţi că ar trebui rezolvată o asemenea problemă în ţara noastră, ţinînd seama şi de faptul că inteligenţa tehnică românească s-a impus în foarte multe domenii?

II.2. Înfiinţarea "Asociaţiei Române pentru Istoria Ştiinţei şi Tehnicii" (ARIST), la care şi dumneavoastră domnule dr. Eugeniu Pavel v-aţi adus o semnificativă contribuţie, este un lucru bun şi prin acţiunile sale va trebui să sensibilizeze opinia publică, autorităţile. Să ne facem socotelile ce putem să face singuri, dar să nu neglijăm să apelăm - convingînd - la Guvern. Cred că ar trebui fundamentat un proiect de hotărîre pentru acest "muzeu tehnic" şi trebuie să facem ca toţi să înţeleagă necesitatea lui, nu numai pentru dovedirea istorică a continuităţii unor activităţi tehnice în România, a contribuţiei noastre la îmbogăţirea "tezaurului mondial" de cunoştinţe, dar şi ca un factor de educaţie pentru tineret, care să aibă acelaşi interes de a-l vizita şi

ai folosi bogăţiile, cel puţin la fel ca pentru o discotecă sau concert rock!

III. Informarea specialiştilor

Motivaţie

Informaţia tehnică a căpătat o importanţă covîrşitoare în dezvoltarea economică a naţiunilor. Explozia de informaţii în lumea tehnică a devenit aproape îngrijorătoare din punctul de vedere al capacităţii de recepţionare a specialiştilor.

Cu atît mai mult, în România, problema este şi mai gravă, datorită precarităţii literaturii tehnice (cărţi şi periodice).

3.1. Cum vedeţi organizarea în viitor a acestei activităţi şi care ar trebui să fie sprijinul de bază al industriei?

3.1. Eu nu văd că acum în România există mai puţină literatură tehnică decît în trecut! V-am menţionat că noi am dat 900 milioane lei pentru literatura tehnică în anul 1993 şi acordăm 2 miliarde lei în anul 1994. În paralel, actuala structură a institutelor - multe societăţi comerciale -, permite cumpărarea de documentaţii, chiar şi softuri şi bănci de date, cu o singură condiţie: să aibă resurse. Din păcate nu este prea numeros grupul celor ce alocă din proprie iniţiativă bani pentru carte. Şi este rău, pentru că dacă găsesc bani pentru a cumpăra telefoane, video recordinguri - necesare bineînţeles -, ar trebui să înţeleagă că şi informarea îi conferă valenţa suplimentară care-l deosebeşte de cel ce n-o are, şi "cartea" ar trebui să aibă prioritate. Să mai amintesc că universităţile tehnice au primit multe donaţii în cărţi şi colecţii ? Schimburile de publicaţii s-au înmulţit ! Chiar şi dumeavoavtră practicaţi acest sistem, cu rezultate bune. Deci informaţia există! Ce nu există, este accesul la ea! INID - Institutul Naţional de Informare şi Documentare care ar trebui să aibă toate colecţiile, are obligaţia, dar n-are resursele, care sînt la alţii. Descentralizarea activităţilor a dus şi aici la o creştere a "entropiei", în sensul că nu se mai ştie ce există în ţară, ce reviste şi unde se găsesc. De aceea, în cadrul programului de restructurare a cercetării, unul dintre obiective îl constituie şi informatizarea documentară, accesul la masa de informaţii din băncile de date din ţară şi străinătate.

3.2. Vă gîndiţi la o posibilă integrare a informatizării în sistemul de informaţii al specialiştilor?

3.2. Este obligatoriu, altfel, în condiţiile economiei de piaţă în care competiţia este motorul, te poţi pomeni cu apă în loc de benzină! Un sistem naţional de informare, crearea de bănci de date şi accesul la ele contra unui abonament, va fi o soluţie pe care deja marile noastre biblioteci din ţară o prevăd pentru etapa următoare.

3.3. În acest context, cum vedeţi rolul revistei ENERGETICA în prezent şi în perspectivă?

3.3. Revista "Energetica" are un rol cu totul special în ansamblul publicaţiilor tehnice româneşti. Mai întîi "că a rezistat" presiunilor economice şi fără să "cedeze" la "tentaţii" şi-a păstrat nivelul echilibrat de prezentare a unor rezultate şi informaţii utile, pe care va trebui să continue să le prezinte cititorilor. Apoi, prin modul său de promovare a reuşit să nu lipsească de pe masa specialiştilor, asigurîndu-şi un tiraj de 1500 - 2000 exemplare, surprinzător pentru o revistă tehnică şi pentru zilele de astăzi. Ce-ar trebui să facă-n viitor? Să reuşească să se impună pe piaţa externă, să ajungă ca articolele sale să fie citate şi cuprinse în "indexul cercetărilor". Să-şi păstreze regularitatea apariţiilor, să încerce să organizeze o serie de dezbateri pe probleme importante! Să spunem de exemplu "conservarea energiei", întîlnire la care să vină toţi cei implicaţi, care prin sugestiile şi măsurile ulterioare vor ajuta la rezolvarea unor aspecte ce vizează tematica.

Şi dacă RENELUL îşi propune să fie similar - şi este - marilor organizaţii energetice din Franţa, Germania, atunci şi revista Energetica trebuie să fie cel puţin similară publicaţiilor acestora. Iar mie nu-mi va rămîne decît să mă bucur.

Vă mulţumim, domnule ministru pentru timpul acordat răspunsurilor consistente la interviul nostru .

Redactor-şef
Dr. ing. Eugeniu Pavel

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

AJKA MINING AND POWER COMPANY

ARJAN SIPKEMA - Erasmus University of Rotterdam

PETRA DE VISSER - University of Veszprem

*Evaluarea impactului asupra Mediului (EIM) se definește ca un act public realizat de o companie ce evaluează impactul unei întreprinderi noi sau unui proiect nou asupra mediului înconjurător și prezintă variantele posibile de remediere. O astfel de analiză a fost efectuată la Compania Minieră și Energetică Ajka din Ajka, Ungaria.***

Cărbunele din Ajka are un conținut ridicat de sulf și este într-o oarecare măsură radioactiv. Centralele electrice se află în împrejurimile orașului Ajka și de obicei vântul suflă emisiile în aer în direcția orașului. Mlaștini radioactive s-au strâns în împrejurimile orașului și radiațiile provenite de la acestea depășesc limita stabilită pentru Centrala de Energie Nucleară Paks (din Ungaria). Au fost explorate diferite variante pentru actuala producție. Metoda condensării nule și/sau conservarea energiei par a fi cele mai bune variante. Teoretic, Inspectoratul Regional al Mediului este responsabil pentru toată poluarea pe care o supraveghează cu echipament propriu și cu date obținute de la companie sau de la alte institute de supraveghere. Totuși, poluarea creată de Compania Minieră și Energetică Ajka nu este complet stăpânită.

*** Localitate situată la aproximativ 40 km nord de lacul Balaton.*

An Environmental Impact Assessment (EIA) is a public document made by the company which assesses the impact of a new company or a new project on the environment and it also lays out the possible alternatives. The EIA has been used as a means to get an insight into the polluting effects of the Ajka Mining and Power Company in Ajka, Hungary and to understand what hinders the abatement of the pollution.

The Ajka coal has a high sulphur content and is slightly radioactive. The Power Plant borders on the town of Ajka and the wind usually blows the air emissions into the direction of the town. The radioactive sludge is also stored on the border of the town and its radiation exceeds the limit set for the Paks Power Plant (in Hungary). Alternatives for the present production are explored. Nil condensation and/or energy conservation seem to be the best alternatives. Theoretically, the Regional Environmental Inspectorate is responsible for all pollution, which they monitor themselves with own equipment, with data obtained from the company or form other monitoring companies. However the pollution of the Ajka Mining and Power Company is, however, not completely monitored.

Descriptori: mediu înconjurător, întreprinderi energetice şi miniere

Introduction

Due to the characteristics of the previous, centrally planned system, the environmental situation in Hungary is in a rather bad shape. The emphasis on heavy industry combined with the built in disincentives has led to an extensive, wasteful use of natural resources, like energy, and imputs such as man power. The impact on the environmental by the energy sector is already big in an efficient economy. In Hungary, the impact is therefore even bigger. Consequently one of the priority policy guidelines as stipulated in the 1991 Hungarian Energy Policy is to protect the environmental in the field of energy. However, the problems in Hungary's transitional economy may endanger an effective short term environmental policy.

The government can make use off three kinds of instruments in environmental policy: indirect regulation, self regulation and direct regulation. Indirect regulation uses a price mechanism to entail a change in conduct. It uses incentives to encourage more environmental friendly conduct based upon rational economic behavior, e.g. refund money, the polluter pays principle, subsidis for environmental friendly products, etc. Self regulation is the instrument that is used to change attitudes through increasing responsabilities of the target groups. Instruments that are used in this policy are e.g.: education, environmental convenants and environmental accountancy.

Direct regulation entails laws and regulations set by the gouvernment. Emission and waste limits and environmental impact assessments are examples of this kind of instrument.

1. The Hungarian Energy Policy

Hungarian government policy had to be reassessed in virtually aspects of life, and therefore also in the energy sector, in order to cope with the challenges of a transitional economy in the short run and a market economy in the long run.

In Jully 1992 the Hungarian Energy Policy Report was presented. In this report the main guidelines consist of the following components:

- the change of ownership and organizational structure of large energy - related enterprises;
- the establishment of new legislation regulating the operation of these companies under the new conditions, for the benefit of the national economy;
- participation in efforts aimed at establishing an integrated energy policy, which begins to take shape in Europe and, close connection with that, the establishment of conditions for diversified import for ensuring safe domestic supplies;
- the establishment of energy supplies, which serves the efficient operation of a modern economy and adjusts flexibly to demands, regarding all energy carriers, especially electricity;
- compliance with the new environmental protection and democratic social challenges; more intensive utilization of renewable energy sources;
- energy efficiency.

The structure of the demand for energy in Hungary is quite different than the demand structure in western countries. Due to the former system with its built-in disincentives, the use per GDP in Hungary is 2 to 3 times higher than in developed market economies.

On the other hand, the use per capita is rather low. The high energy intensity per unit of GDP is caused by the low market value of the goods produced and the usage of out-of-date technology.

It is forecast that demand will grow as the expected and hoped for economic recovery will be on its way. Taking into consideration the real rate of modernisation and a per capita energy consumption reflecting international standards, the forecasted demand in the year 2000 is estimated to be 43 - 46 PWh (154 - 166 PJ) electricity while total energy demend will be 1200 - 1300 PJ.

Next to the environmental protection, the linkage to international pipelines is also an important policy guideline in order to diversify the supply which momentarily is dependent upon two politically uncertain regions. 51 % of the energy demand is imported, of which 90 % comes from Russia. The other 10 % is supplied by other countries by means of the Adria pipeline, which runs through the former Yugoslavia.

Linking natural gas pipelines with Austria at Győr-Baumgarten within two years and the Joint European Energy System or pipelines originating from Algeria and Sweden will diversify the import. However, this will take time and money.

The special relationship between coal mining and the electric power industry in the new policy deserves some further elaboration. In order to preserve Hungary's strategic resources of coal and to soften the blow of unemployment upon the

transitional economy, the government policy is to integrate coal mines with power plants wherever (economically) feasible. According to the MOIT"Efficiency and social policy should be the guiding principles during this processes".

A strong interdependence exists between the coal producing industry and the coal - fired power plants. Of the domestic coal production 70 % is used in the domestic, coal-fired power station. The coal-fired power station, 28 % of the domestic power station output (or 2,100 MW), are also dependent upon the domestic coal mines as they are technically incapable of using better quality imported coal. These power stations have a very low efficiency as their average age is about 40 years. Their environmental pollution exceeds the permitted European standards several times, as will be shown in later chapters.

The government undertook to lighten the burden of the bankruptcy of several mines in the new companies and guaranteed within the frame-work of a liquidation procedure, the settlement of the state debts of mining companies transforming them into corporations, as well as the financing of the costs related to the closure of mines, mine damages and landscaping.

On March 26., 1993 the parliament of Hungary approved the Energy Bill. In this session the parliament emphasized that environmental protection and avoiding one-sided energy dependence are priorities . Furthermore, mention was made of the need to combine energy efficiency with an energy conservation programme wich can only be implemented dependent upon the state budget. Unfortunately, the Hungarian financial means are limited.

The government also decided that an investigation is needed to assess whether the vertical integration of the power plants and the coal mines of Mecsek, Matra and Ajka is a economically sound one. Furthermore, other integration possibilities must be studied as this is in their view the best solution for the survival of the coal mines and this has advantages for the two parties involved both power plants and mines. Thirdly, the mines will remain government owned.

As emphasized by the Parliament, environmental protection is an important guideline in the energy sector as well. The energy sector contributes the greater part of the air pollution.

Hungary, through signing the Helsinki and Sofia agreements undertook to reduce the SO_2 by 30 % in 1993 as compared to 1980 and NO_x must be at the 1987 - level at the end of the year 1994. More recently at the Rio de Janeiro 1992 conference Hungary has committed itself to decrease the CO_2 emission level to the 1985 - 1987 level by the year 2000. This emission level of 1985 - 1987 was selected as the energy consumption in 1990 and CO_2 level was relatively low due to the economic recession and would not ensure long term economic development.

In reducing air-emissions, energy conservation is an important means. The best incentive for energy conservation and the increase of efficiency is that the price reflects real values. It is the policy to modernise the energy price system, until the consumer prices will include research, production, transformation, storage, distribution, recultivations and environmental protection costis.

So far, the prices of crude oil, coal oil, biomass, bio-briquette and wooden chips have been liberalized. Still controlled by the government are electricity, heating & gas as they are natural monopolies. These prices are still heavily subsidized and do not reflect their real costs to the consumer. It is to be decided in the near future whether to remove the social aspect of these set prices and give financial help to families who cannot afford their energy bills in another way. Until now companies have paid much more for electricity princes than household consumers. The World Bank has made a restructuring of electricity prices within Hungary a condition for their financial help, so this may change soon. Local authorities can decide about these prices only within a certain limit.

The Hungarian Electricity Works plc. (MVM Rt) is the company responsible for electric energy generation and supply on the national level and also for heat generation and supplies which are provided in the vicinity of some power plants. On December 31, 1991 the MVMT was transformed from government owned company to a two-tier joint stock company under the name of Hungarian Electricity Work plc. This public limited company is the major share holder of all power plants and owns the electric supply companies and the National Power Line Company Ltd.

Fifty percent of the share capital is owned by the trust. The other 50 % is owned by the State Property Agency and the municipalities who received shares for their land. These shares have come in the possession the Ministry of Industry and Trade. On a longer term, accommodation to a market economy requires privatisation also in this

area with the state maintaining its major sharcholder's position.

All electric energy is supplied by the MVM Rt. At the moment the power sector has an installed capacity of 7200 MW, with a peak demand of 6300 MW and a consumption of 37 TWh in 1990. The yearly total energy consumption of Hungary is approximately 1000 PJ of which roughly one - third is electricity.

Approximately two - thirds of the heat supply in Hungary is provided by MVM Rt's power stations.

The MVM Rt sets the strategic programme for the energy sector. Until the year 2000, 1600 - 3000 MW capacity of the power stations will be rebuilt depending on the need for energy. In the period 2000 - 2005 they plan to solve the problems of all the plants. After 2005 a mew base power plant will be built which can either be a lignite-fired or a nuclear power station. The decision to construct a new base power plant is, however, delayed by the parliament until the year 2000. Due to the lower energy demand it is not yet needed.

Together with the MOIT the Ministry of Environmental Policy and Regional Development has the joint responsibility for environmental protection in the energy sector. In 1991 the former Regional Water Directories was divided into the Regional Environmental Inspectorates (REIs) and the Regional Water Directories, which is under the heading of the Ministry of Traffic, Water Affairs and Communication. The twelve REIs now perform the task of environmental protection. It is their duty to monitor air emissions. Water pollution is controlled by the REIs when the discharging is outside the municipality. If discharging takes place in the municipality it is also the latter's responsability. The surface water is the responsability of the Regional Water Directories.The health organisation under the responsibility of the Ministry of Welfare is involved when it concerns "*average concentration of a contaminant*".

The responsibility for soil pollution is not clear. In the interview in Székesfehérvar we were told that under the law the REIs have no jurisdiction for soil pollution but that they feel themselves to be responsible. However, they have the legal duty to monitor all pollution (air, water, soil, noise, etc.). The confusion may be due to the existence of Soil and Plant Institutes whose objective is to meaure the soil.

The new environmental law is under preparation by the government and will enter parliament for discussion hopefully next year. In what way the fining system of this new law will be structured, is not yet clear. The air standards will probably be based on the very strict German TÜV - directives and standards. The new environmental law was drafted by wester, mainly German experts on the basis of western environmental laws.

2. The Integrated Energy Company. Case example

The recently formed joint stock company Bakonyi Erömü Rt. consists of the main power station at Ajka, the mines Armin, Jokaj and Padrag and the Inota 92 MW coal fired station, which provide heat and power, and the Inota 170 MW gas turbine station.

The major shareholder and the biggest customer of the power station is the MVM Rt which purchases all the electricity. Heat energy is provided both as steam and hot water. Steam is sold to the adjoining aluminium works, other local industry, the local hospital and the mine works. Hot water is provided to domestic customers for heating purposes. The demand for steam has decreased and may decrease even further as the major customer of steam, the aluminium works, is a victim of the recession and therefore, needs an estimated 50 to 75 % less heat energy the earlier level.

The installed electrical capacity is 132 MW. The average age of the equipment installed in the Ajka Power Plant is very old. Some boilers were commissioned in the year 1943 and are planned to be decommissioned in 1995. Most of the turbines commenced operation in the beginning of the 1960's (see appendix A I).

The station presently makes a profit from selling electrical energy but takes a great loss when selling heat energy due to the ruling pricing regimes. The loss on heat energy is caused by the price being set below the actual costs by local authority and the removal of government subsidies on heat production.

Profit is still made on the electricity although Ajka produces electricity at a relatively high cost even by Hungarian standards. Heat energy is supplied throughout the year on a continuous basis and approximately 40 MW of

electrical energy is supplied continuosly in the summer months and 75 MW in the winter months. The Hungarian coal-mining industry is in a difficult position. The artificially low prices of primary energy in the socialist economy could not provide sufficient coverage for the economically sound development of the coal mines. Consequently they ended up significantly in debt during the last few years. The Veszprém Coal Mines were also unprofitable as a whole and went into full liquidation at the start of 1992.

Hungarian coal is caracterized by difficult geological conditions, low calorific value, hig ash and high sulphur content. Nevertheless, the Ajka mines are believed to have profit potential at current prices. They have the best geological deep mining conditions in Hungary and are able to produce coal efficiently and at relatively low cost. Armin has a considerabily lower cost of production than the other two mines. Ajka coal has a high sulhur content, is of low calorific value and is rather radioactive. The reserves at the Armin mine are 5,4 million tons with a calorific value of 8,0 - 8,2 GJ/t. The mines are expected to have, within the context of government policy, a viable future until year 2000.

The integration of the two companies could generate savings in the actual or potential links between the two companies. Some duplicate departments could be reorganised into one department, such as the receipt and delivery of coal department, maitenance department, stores purchasing and administrative function and welfare & social services department. Furtheremore, heat supply to the mines as well as the water supply from the mines to the station will be accounted at cost price within the new company. For electricity, the mines do not have to pay the cost price of Ajka Power Plant, but the MVM Rt will charge the normal price, which is lower than the Ajka price.

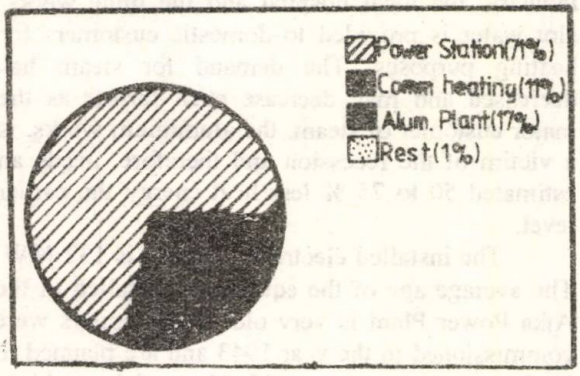
3. Existing environmental situation

Air quality

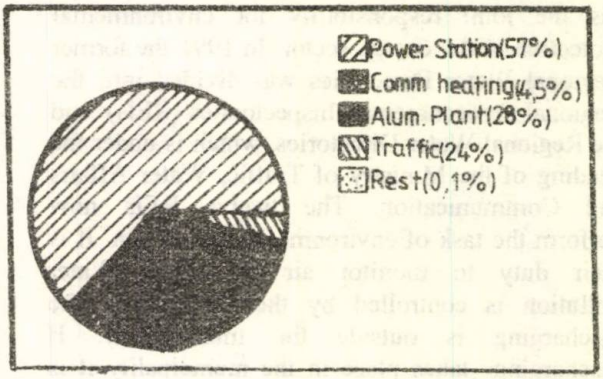
In Ajka the air quality is severly influenced by the activities of the Power Plant, as one can gather from the pictures 1-4.

According to the Regional Environmental Office in Székesfehérvár the environmental problems of the municipality of Ajka are firstly the ground water contamination and secondly the air contamination by the Power Plant.

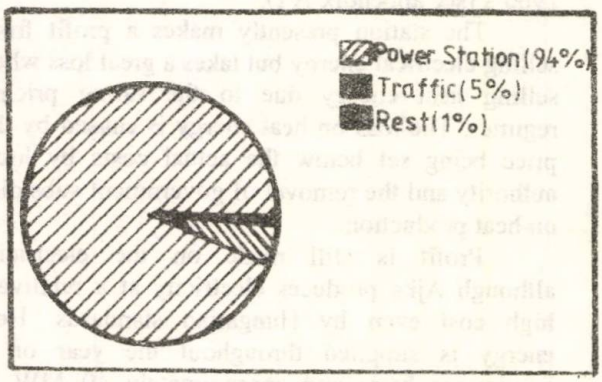
Nationally, the air quality of Ajka ranks among most polluted areas, with SO_2 of 16 $\mu g/m^3$,



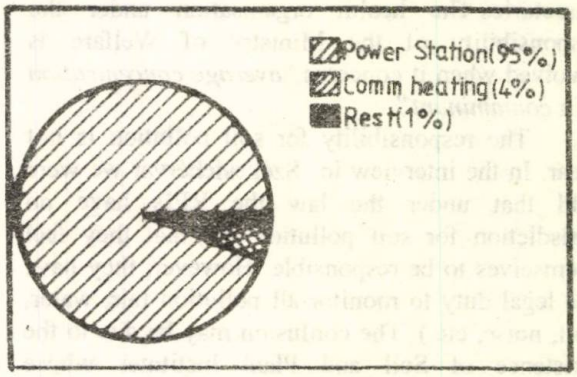
Picture 1



Picture 2



Picture 3



Picture 4

dust deposition of 12 g/m^2 per month and soot of 4 µg/m^3 - No NO_2 data are mentioned on a national level.

Water Quality

A large amount of water is used by the Ajka Power Plant every year. The larger part of this water is supplied by the mines, which was 2.526.890 m^3 and 250.580 m^3 was taken from the Torna creek in 1992. The other, smaller part, is drinking water. In 1992, 119.668 m^3 drinking water was used by the power plant.

According to the Regional Environmental Inspectorate of Székesfehérvár the biggest problem of Ajka is the huge amount of waste from the production of aluminium hydroxide by the Aluminium Factory and from the coal ash of the Power Plant. The solid waste is collected in a mutual sludge in the Kolontar valley, which contains the waste of 30 - 40 years. There was serious contamination of the ground water with calcium hydroxide from, the Power Plant and mainly sodium hydroxide from the bauxite production. The pollutants migrate from the sludge to the ground water and in this way a very big part of the ground water is polluted.

Soil Quality

The Ajka Power Palnt occupies 1730.000 m^2 land. Approximately half of its property (845.000 m^2) is used for the storage of the slag, ash and slurry. On average the Ajka Power Station produces 450.000 tons of slag and ash per year. On the sludge area near the Power Plant 16 million tons of slurry are stored. The ashes contain a lot of toxic materials (for detailed comparison with ashes of other Hungarian Power Plants (see Appendix II).

It is therefore important that the slurry storage area will be covered to protect its surroundings from spreading the toxic slurry dust by the wind.

Radioactivity

The coal basin in the Balaton area has a radioactivity which is approximately 10 to 20 times higher than the world average. Comparing with other coal sorts it is apparent that the uranium content of the Ajka coals is about 20 to 40 times higher than the world average. After combustion the uranium concentration in the dust rises to 40 to 80 times more normal background radioactivity. The uranium content in the slag is three times higher than in the coal.

The sludge of the Ajka Power Plant consists of 16 million tons of ashes and inert stones. The inert slag is dangerous but no one lives there and it is not frequented by people. Radon emission is firmly expanding caused by the α and β radiation in the dust. The radon emission is lowered by earth put on top of the sludge. However, the soil layer covering the sluge emits nett outer radiation in spite of the areas absorbing outer radiation. The radon gas pollutes the soil layer and the air as well.

Furthermore, the inert slag contains a lot of sulphur. If the sulphur ignites then the uranium is mobilised and it can go into the groundwater. In Ajka a new method is used to eliminate the oxigen in order to decrease the danger of self-ignition: a bulldozer makes the sludge more compact. It is planned to grow trees in the area.

The agricultural area surrounding the sludge has a radioactivity rate of 2/3 of the radioactivity of the sludge. Radium was measured in the potatoes: 2.479 - 4.625 * 10^{-3} Bq/kg. In general, a potato contains two to three times more radium than other bodies. One-third of this amount was measured in the grain. The groundwater was used to sprinkle the agricultural ground. In Padrag this contained 6,3 * 10^{-1} Bq/l. If radium is consumed, them it is built into the skeleton. The half life of radon is very long, which means that the skeleton emits radioactivity into your own body. There are no concrete limits for radioactive elements in the food in Hungary and radioactivity is only measured in the area of Paks, near the nuclear power plant. However, standardised limits exist for radioactivity in the water.

The decomposition of uranium contains very dangerous elements: radium (solid waste), and radon (gas). The half time of radon is quite short, 3.8 days . Being a gas: radon can escape from rock and soil. It decomposes parallelly into two elements: 0,02 % Astatine and 99,98 % Polonium. Both elements have α radioactivity. This α radioactivity is emitted in small amounts but poses hazards to the human organism. When inhaled it causes lung cancer.

In the years 1960 - 1990 the dust emission of the Ajka Power Plant was 756.000 tons. The fall-out was in an area with a diameter of 5-10 kms.

The population can be affected by the dangerous radioactive properties in three ways. The first radioactive encounter might be the ash brought into the athmosphere. The dangers of this are momentarily being dicussed as the ash might be wrapped in a thin glass film wich keeps the radon inside. The danger of using radioactive materials from the mines as building materials and the slag/ash for the isolation of houses are more apparent. The slag was used to build houses. Calcinated lime (CaO) made from the inert material was also used as building material. Officially, it is now forbidden to use the slag as building material, but some citizens do not abide by this law.

Table 1

Radioactivity of the Ajka-dust (in Bq/kg)

	^{238}U	^{226}Ra	^{232}Th
Fine dust	950-1280	850-1400	29-30
Large dust	920-1440	1000-1440	22-23
Sludge	-	300	12
Coal waste hills	-	100-450	10-87
Ajka PP dust emission	1600	-	20

Data from Dr. Lengyel, T., Veszprém megye radioaktiv szennyezettsége felmérésének eddigi eredménye (The results of measurements of radioactive contamination of the Veszprém County untill the present) Veszprém, 1992

Due to the higer radon emission in these houses the chances of getting cancer for inhabitants were 2,5 % higher. At this time, the radioactivity of the flats in Ajka is also being investigated. The surplus radioactivity measured in an office in Ajka was 0,37 mSv.

The average Hungarian background radioactivity of flats with 55 Bq/m^3 produces 500 (lung) cancer patients per year in a population of 10 million inhabitants. With a higher degree of radioactivity, the chances of getting cancer increase in exponentially.

Table 2

Equivalent of radon radioactivity (in Bq/kg)

Int'l data for building	370
Cement (in Hungary)	48 - 87
Limestone ($CaCO_3$)	14
Gips (import)	5
Sand	30
Bricks	172
Ajka dust	2330

Data from Dr. Lengyel, T., Veszprém megye radioaktiv szennyezettsége felmérésének eddigi eredménye (The results of measurements of radioactive contamination of the Veszprém County untill the present) Veszprém, 1992

World average of background radioactivity is 2 mSv/year. For Hungary this value is 2.4 - 2.5 mSv plus an extra 0.4 - 0.8 mSv per year for obligatory medical check-ups. In Ajka inert materials have a higher value: 4 mSv/year.

If this value is higher than 1 mSv/year then 5 persons on a population of 100.000 have a probability to get cancer caused by the background radioactivity.

As mentioned before the chances increase exponentially. In our discussion with the Department of Radiochemistry of the University of Veszprem it was pointed out limits of exposure to radiation get reset guite often and are continually lowered.

Noise

The noise level limit in mixed areas, this means inhabited plus industrial areas, is 70 dB/A at day-time and 50 dB/A at night. According to measurements the noise level in the vicinity of the Ajka Power Plant exceeds the limiting values. At day time the noise level exceeds the limit by 2 - 9 db/A and at night by 3-19 dB/A.

Changes to the landscape

The changes caused by the intensive mining to the landscape are twofold: damaging of the surface and the coal dumps.

4. Proposed Activities and Alternatives

As shown, the Ajka Power Plant is by far the most polluting industry in Ajka. These results are due to the rather low efficiency of the Ajka Power Plant: 25 % (the efficiency of the INOTA coal-fired Power Plant is even lower: below 25 %) and to the use of Ajka coal with their high sulphur and uranium content.

From 1985 on the power plant has therefore been investing in technologies that reduce air emissions. In 1985 the fist dust filter was put on a boiler: no.11. The other filters were placed in 1986: no.9 and 10,1987: no.8 and 1988: no.12 and one filter for the boilers 1,2 and 3.

Next to this so-called filter programme, the power plant also started a fluidised-bed boiler programme wich deals with all kinds of emissions. The high limestone content in Ajka coal has been utilised by removing the bases of some of the boilers and fitting fluidised bed recirculating type burners. In

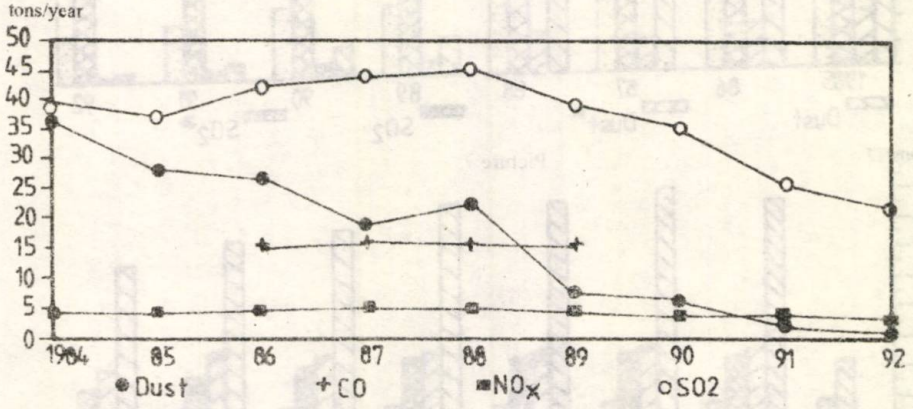
1990 the first boiler was transformed to fluid-bed boilers: no.12. No.11 was transformed in 1991, and the no.9 and 10 in 1992. It has proved very successful. The slagging of the boilers has been reduced, boiler control is easier, sulphur dioxide emission have been reduced. Nitrogen oxide emission are not a problem, because they are within the limits set by local authorities. Benefits of this transformation and the costs of the investment programmes are shown in appendix III.

All the data in the picture 5 are in emitted tons per year. In order to really assess if there has been a decrease in emissions through the 1980 s, a comparison of these numbers with the production data is needed. This has been done in the next picture. All production data are set in TJ (see picturee 6).

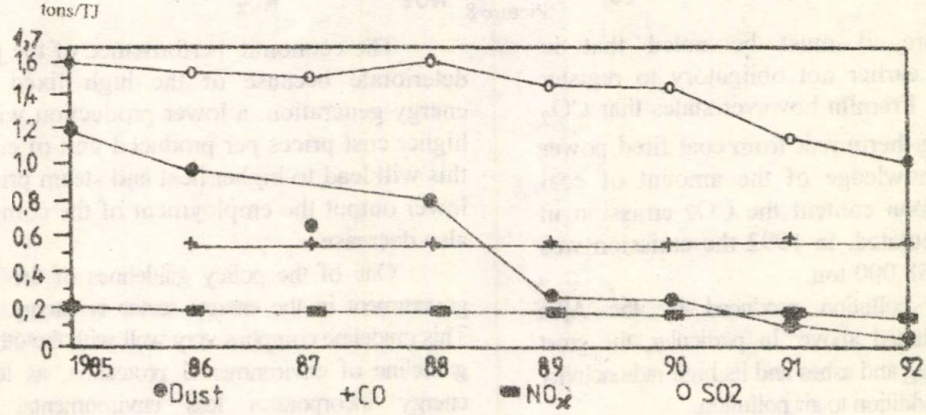
The so called filter programme is a pure end-of-pipe method and a typical example of the company's departamental view on environmental problems. With the holistic approach, the filter programme would not be regarded as the solution to environmental problems as it leads to solid waste problems. These toxic materials do not go into the air, but will be stored in the sludge. In other words, end-of-pipe methods are not the solution to pollution.

The coal mines also have air emissions. Despite all investments in cleaner technology the Ajka Mining and Power Company has to pay an environmental penalty for the air pollution every year (see Appendix IV).

These fines are relatively low. Approximately one third of the money from the



Picture 5



Picture 6

As can be seen in this picture,the decreasing trend that was shown in picture 5 has really put through as a result of the investment programmes.

power plant goes to the Government's Environmental Protection Agency. This agency refunds it to pay for the investments in cleaner

technology. It may be evident that the amount of the penalties combined with the fact that part of it is refunded do not a strong incentive to produce cleaner.

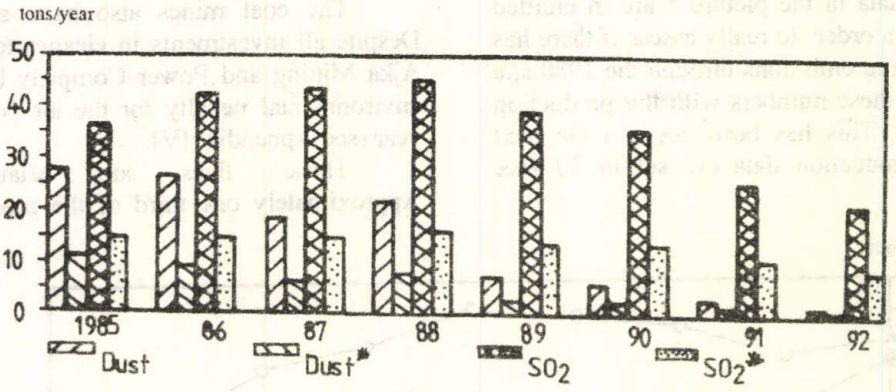
Table 3

	1989	1990	1991	1992
Power plant	70.000	70.000	70.000	70.000
Mines	121,3	329,5	278,0	273,0

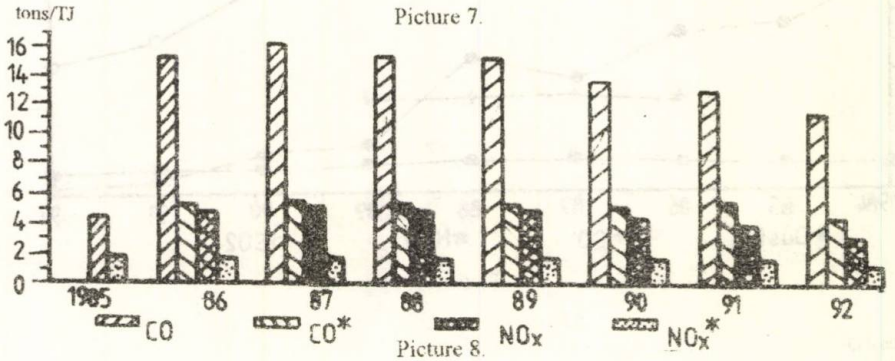
Data provided by the Ajka Mining and Power Company

stresses the transitional period in which employment is of a higher priority than environment.

As can be seen in the pictures 7 and 8, the air emissions will clearly decrease solely as a consequence of lower production. This will of course also lead to a lower level of slag and ash contamination. As a consequence the pollution in Ajka and the health hazards for the citizens decrease.



Picture 7.



Picture 8.

Furthermore, it must be noted that in Hungary it was earlier not obligatory to register CO_2 emmisions. Fremlin however states thar CO_2 is the major long therm risk from coal fired power station. With knowledge of the amount of coal used and its carbon content the CO2 emission in Ajka can be calculated. In 1992 the emission was epproximately 338.000 ton.

The other pollution produced by the Ajka Company is illustrated above. In particular, the great amount of toxic slag and ashes and its high radioactivity pose problems in addition to air pollution.

The production of only heat and steam, so calles nil condensation, is possible at the Ajka Power Plant. The relatively high production cost of electricity and overcapacity in the MVM Rt network makes this a feasible option. However, the policy of the Ministry of Industry and Trade

The economic performance of the plant will deteriorate because of the high fixed costs of energy generation: a lower production will lead to higher cost prices per produced unit of energy and this will lead to higher heat and steam prices. With lower output the employment of the company will also decrease.

One of the policy guidelines of the Hungarian government in the energy sector is energy efficiency. This guideline complies very well with the other priority guideline of environmental protection, as less use of energy incorporates less environmental pollution. Furthermore, harvesting of non-renewable energy sources at a lower rate allows us to use them for a longer time.

In a number of western countries, the energy sector is gaining experience with energy conservation programmes. One basic recommendation for the energy company is to

understand that its business is to sell energy services - not energy units - against the lowest costs. This mission enables the company to offer also services related to energy, such as efficient household appliances, creating more energy saving awareness, etc. This lower production does not jeopardize the company's income as it has a monopoly position.

In appendix V a table is presented which can be used as reference material on the environmental aspects of various types of power plants.

Around Visonta there are a few open cast lignite mines. This lignite has a very high sulphur content: aproximately 1,5 % which equals 6 % in coal-equivalent terms. Furthermore, the CO_2 content in the lignite is 20 - 22 %.

The Matra Power Station which was built in 1969 to burn this coal, gas therefore serious environmental problems. The station emitted 29 % of the total SO_2 emissions by Hungarian power station in 1991. In the table 4 the air emissions of Ajka and Matra are compared in ton per TJ per year.

Table 4

Comparison berween air emissions in 1991 (Ajka and Matra) (in ton/TJ/year)

Emission	Ajka	Matra
SO_2	1.169	1.188
No_x	0.130	0.017
CO	0.525	0.070
CO_2	15.476	11.271
Dust	0.119	0.017

Data provided by the Ajka and Matra Power Stations

Again it is clear that coal fired power stations have very high CO_2 emissions. The relatively low NO_x emissions are due to the low combustion temperature: + 1000° C, whereas No_x is produced at ± 1400° C.

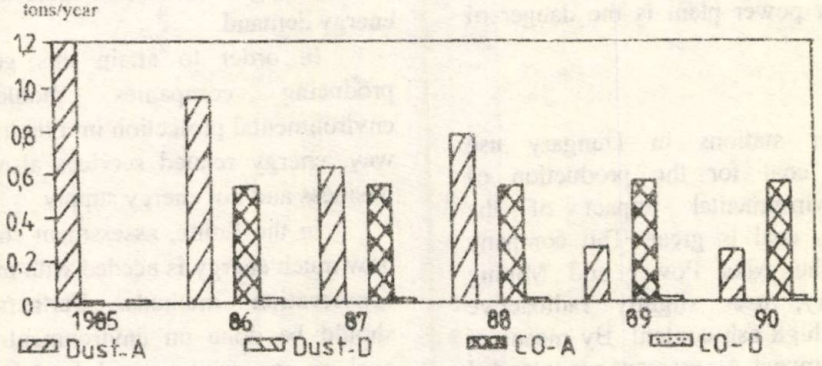
A comparison is made of the Ajka coal-fired Power Plant with a Hungarian oil-fired Power Plant. The Dunamenti Power Plant produces electricity 40 % cheaper than the Ajka company. The efficiency rate is 32 - 33 % partly because they have newer turbines. The Ajka efficiency rate is 25 %. Furthermore, the pollution of this oil-fired power plant is in general lower.

Another advantage of an oil-fired station is that it is relatively easy turned on and off. In this way it can be used much more efficiently than a coal-fired power plant. Oil-fired power plants are known for their SO_2 - emissions. Nevertheless, as can be seen in picture 10, the Ajka - emissions con SO_2 per produced TJ energy are much higher. Apart from these air emissions the oil-fired power plant has a considerable advantage in solid waste, which are neglectable.

Rebuilding the Ajka Power Plant into an oil-fired power plant is, however, not planned. There are no oil fields near Ajka and the investment costs would be too high at the moment. The Hungarian crude oil reserves are also limited. Two third of the crude oil is imported from the C.I.S. countries. This also hinders the establisment of a new oil fired power station.

Hungary has one nuclear power plant, the Nuclear Power Plant of Paks, wich is ranked by the IAEA among the top ten in the world for its safety measures. Paks produces 48,9 % of the domestic electricity at the lowest price of the whole grid.

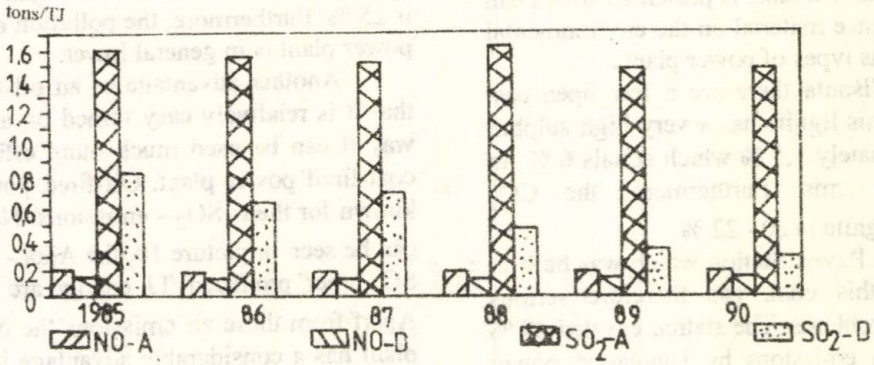
A nuclear power plant has virtualy no air-emissions. Some noble gases (Xe-135, Xe-133, Kr-85) are emitted, wich augment the radio-



Picture 9.

activity in the surroundings of the power by 0,0002 mSv. The limit for the extra dose is set at 1 mSv per year by the authorities. The total of the allowed radio-activity is lower than the measured radio-activity in the proximity of the Ajka-sludge area, which borders on a town.

The use of Ajka coal appears to be in direct contradiction with environmental protection. The Ajka Power Plant has decreased its SO_2 and dust emissions remarkably through filters and transformation of boilers. However, the solid waste from the filters is now dumped in the



Picture 10.

Paks has three kinds of nuclear waste. Firstly, the cassette of the spent fuel, which is stored the first 5 years in a disposal area in the surroundings of the power plant. Up to now, it was then transported to a nuclear storage area in Russia for its final storage. Whether this will remain possible is uncertain. Secondly, low and medium level waste, which is stored in the final waste deposit at Baranya county. However, this municipality wants to get rid of their duty and the power plant is looking for alternatives. One could be building the deposit on the grounds of the plant. The third from of nuclear waste is the liquid radioactive waste. This water is stored in reservoire and it does not pose a serious problem as the half life is very short. After purification, it is diluted into the Danube.

The biggest health environmental hazard posed by a nuclear power plant is the danger of accidents.

Conclusions

Some power stations in Hungary use Hungarian brown coal for the production of energy. The environmental impact of the combustion of this coal is great. The company being reviewed, the Ajka Power and Mining Company, Hungary, uses slightly radioactive brown coal with a high ash content. By means of an Environmental Impact Assessment we intended to list all the polluting effects of this company and studied the Hungarian energy policy.

sludge. So, there are all kinds of severe polluting effects arise from the use of this coal and, consequently, this also poses health hazards to the population. All the more so, as both the power plant and the sludge border the town.

In view of the overcapacity of the electricity grid and taking intro account the relatively high cost price of electricity of Ajka nil-condensation, i.e. productions of only heat and steam seems to be the most optimal short term solution in regards to the captive heat market in Ajka. The lower production will entail lesser environmental pollution and less health hazards for the employees and the population. Also, the costs of the unavoidable future cleaning up of the sludge will be lower. Furthrmore, this short term, transitional, period will allow for the rebuilding of the power plant with gas turbines to meet the future higher energy demand.

In order to attain this goal the energy producing companies should incorporate environmental protection into their mission. In this way, energy related services also becomes their business and not energy supply.

In the future, assessment could be made of how much energy is needed with maximum energy conservation methods. Furthermore, research should be done on environment-friendly use of coal or experience could be taken from South-Africa and Germany.

APPENDIX I

Boilers at the Power Station

No.	Year Cmmissioned	Planned Decomm. Year
1	1943	1995
2	1943	1995
3	1943	1995
4	1943	dismantled
5	1943	dismantled
6	1943	dismantled
7	1943	dismantled
8	1960	FBB in 1993
9	1960	FBB in 1992
10	1961	FBB in 1992
11	1961	FBB in 1991
12	1961	FBB in 1990

Data from the Final Report on Vertical Integration Ajka
FBB = fluid bed boiler

Turbines at the Ajka Power Station

Turbine No.	Capacity (MW)	Year Commenced	Planned Decommissioning Yr.
2	12,6	1972	2002
3	19,0	1991	2015
4	10,4	1962	1994 (on cold standby)
5	30,0	1960	2000
6	30,0	1961	2000
7	30,0	1961	at fault, repaired

Data from the Report on Vertical Integration Ajka

APPENDIX II

Toxic components of the ash (in mg/kg)

Power Plant/ Toxic materials	Ajka	Inota	Pécs	Matra
Arsenic (As)	7		60	
Barium (Ba)	1480		132	
Cadmium (Cd)	1	8	0,04	0,6
Cobalt (Co)	4		6,3	5,1
Chromium (Cr)	86	69	1,8	16,5
Copper (Cu)	88		5,6	18,7
Manganese (Mn)	401		258	
Nickel (Ni)	86	47	5,4	13,8
Lead (Pb)	40	21	2,7	
Strontium (Sr)	810		270	
Zinc (Zn)	86	143	14	21,9
Vanadium (V)	106	82		

Data from Kiraly, G. and Dr.Tajthy, T., Environmental Impacts of the Energy System in Hungary, Budapest 1991, p.57.

APPENDIX III

Comparison of emissions before and after the transformation of the boilers

	NO_2 (t-1)	(t)	gain in %	CO (t-1)	(t)	gain in %	SO_2 (t-1)	(t)	gain in %
ppm	254	175	31,1	30	28	6,7	1893	902	52,3
g/m^3	0,52	0,36	30,7	0,038	0,035	7,9	5,54	2,64	52,3
kg/h	93,8	66,03	29,6	6,86	6,42	6,4	999,8	484,1	51,5

Data from Környezetvédelmi. Szakértöi Vélemény, Budapest, 1986

Cost of environmental investments (1990-92)

The Ajka Company uses money from profits, state credits, refunds of fines and fron the EC PHARE - programme for their investments in filters and the fluid-bed boilers.

Investment in fluid-bed boilers (in thousand forints)

	1990 - 1991	1992
state credits	100 000	
refunds of fines	34.000	60,000
profits	57 050	147,327
PHARE-programme	-	81,392

Data drom the Ajka Power Plant

Investments in filters (in thousand forint)

	1991	1992
Profits	80,222	55,458
Refunds of fines	-	31,000
Total	80,222	86,458

Data from the Ajka Power Plant

APPENDIX IV

Worksheet with data used for graphs [%]

Ajka	Dust	SO_2	CO	NO_x
Power Company	71,2	95,8	57	94,1
Aluminium Plant	16,55	0,4	36	3
Communal heating	11,4	3,7	4,5	0,84
Traffic	0,2	0,0	2,4	1,6
Rest	0,65	0,1	0,1	0,46
Total	100	100	100	100

APPENDIX V

Environmental aspects for various types of power plants (P = 10000 MWh)

Environmental Aspects	Gas-fired	Oil-fired	Coal-fired	Nuclear	Geothermal	Hydro
Air pollution (kg/t)				490,000 Ci/a	H_2, CH_4, H_2S, NH_3	none, except during construction
SO_x (S)	0,1	6,7	7,3	-	-	
NO_x	10,5	4,5	4,5	-	-	
CO	negl.	traces		-	-	
HC	negl.	0,15	0,05	-	-	
Dust	0,4	0,15	0,1	-	-	
Total (kt/a)	24	76	1,0	6	10 - 200	
			165			
Water pollution						
Thermal	~60% of energy consumed	~ 60 %	~60 %	~66% of gross thermal output at the mine and refining, moderate at reprocesses	80-90% of extracted energy	decreased autoepuration capacity,
Chemical	nil (boicides)	nil	nil	21	brines	anaerobic
Radioactivity	nil	nil	traces		negligible	bacteria
Total (kt/a)	1	3 - 6	-		100-100,000	-
Solid waste (kt/a)	negl none	negligible	500	2.600	none	none, except during construction
Noise	not serious, occasional whistling	not serious 30 dB (100 m), whistl. 5 km	not serious 30dB (100 m), whistl. 5 km	little importance	> 100 dB very loud noise by steam	none
General assessment	limited environmental problems, less serious than those raised by coal-or oil- fired plants	considerable (mainly air pollution), but less serious than in coal-fired plants	the environmental problems (air pollution, flying ash, slag etc.) are serious)	harmless low level radioactive pollution during the operation, problem with the disposal of radioact. wastes	definite natural impact on the environment, flora can be affected, natural heat pollution	small scale creates marginal environmental problems, environmentally compatible, large scale ecological problems

Data from Kun-Szabo, T.i.a., Workong Efficiency and Environmental Protection for Coal-fired Power Plants. Veszprém. April 1993.

Notă. Din lipsă de spaţiu s-a renunţat la publicarea versiunii în limba română a articolului. Doritorii pot să o consulte la redacţie.

(Referent de specialitate: dr. ing. Eugeniu Pavel)

(Primit la 9 noiembrie 1993, acceptat la 1 septembrie 1994)

În articol se prezintă contribuţia N_2O la diminuarea cantităţii de ozon din stratosferă şi efectul său de seră. Experienţele de laborator indică formarea N_2O în timpul denitrificării prin reducere selectivă necatalitică cu injecţie de amoniac.

Se prezintă un model pentru formarea şi distrugerea N_2O.

Cercetările viitoare vor trebui foarte bine corelate în vederea denitrificării cu emisie minimă de N_2O.

GENESIS OF THE NITROUS OXIDE FORMATION DURING THE SNCR OF THE FLUE GAS BY USING AMMONIA AS REDUCING AGENT

The articole presents the N_2O contribution to ozone depletion, as well as its greenhouse effect. The lab experiments indicate N_2O building up during de nitration through selective non-catalytic reduction with ammonia injection.

A model for N_2O forming and destruction is presented.

Future research studies should be very well correlated in view of de nitration with minimum N_2O emission

Dr. ing. IOANA IONEL*

Descriptori: gaze de ardere, centrale electrice, emisii de oxid de azot, agenţi de reducere a poluării

1. Introduction

Nitrous oxide (N_2O) is a trace constituent of the atmosphere which is produced in a variety of biological processes in soils and water, and in some industrial processes. It is important both as a strong infra-red absorber influencing the Earth's radiation budged as *a greenhouse gas*, and in its involvement with stratospheric ozone chemistry, generating the activated radical NO^*, which is a major catalytic scavenger [1,2]. About 25 % of the whole ozone destruction is due to this NO^*-radical. Thus, the contribution of N_2O to the greenhouse effect is up to 4 %, equivalent to a warming interval of 1,4 K [3].

Before 1987, analyses of stack grab samplings stored in stainless steel containers have shown emission levels as high as hundreds of parts per million of N_2O for these sources and fossil fuel combustion was considered to be a major anthropogenic source of N_2O . Laboratory results explained the artifact, suggesting that these figures were highly influenced by the storage conditions, as in the presence of water vapours, sulphur dioxide and nitrogen oxides. N_2O concentration in the flue gas is dramatically increasing [4]. Although power generation is now believed to make only a minor contribution directly to the global N_2O budged, the estimates are still based on a relatively small number of measurements on power plant boilers or laboratory experiments.

The significance of the present article based on the experiments carried out on a lab facility is twofold. First of all it demonstrates the possibility of selective non-catalytic reduction (SNCR) of NO_x from exhaust gases of combustion facilities by means of direct ammonia injection. It also shows some parameters which influence the process. Secondly, it illustrates the formation of a

* Technical University Timişoara, Departament of Thermodynamics, M. Viteazu, No. 1, 1900, Timişora, România
Fellow of the Alecander von Humboldt-Foundation at the TU. München

secondary emission (N_2O) and a possible model of the N_2O-formation and - destruction is indicated.

1.1. Environmental impact of nitrous oxide

Nitrous oxide (N_2O) is both a greenhouse gas and a contributor to depletion of stratospheric ozone. Measured tropospheric levels of N_2O are currently rising at a rate of 0,2-0,3 percent per year. The sources of gases that contribute to depletion of stratospheric ozone and to global warming are currently of great concern. The observed imbalance in the concentrations of stratospheric ozone have been attributed to ozone depletion by reaction involving ClO_x, HO_x and NO_x.

The origins of ClO_x and HO_x in the stratosphere have been to man-made sources of CFCs and to CH_4 and CO respectively. Methane is also emitted from naturally decaying organic material. The origins of $NO_x(NO + NO_2)$ in the stratosphere have not been definitively established. Sources of NO_x in the troposphere are not transported to the stratosphere, as this source is almost fully oxidised to NO_2 and is washed out as a component of acid rain. Background levels of NO and NO_2 are reported to be in the ranges 0,005-0,1 ppb and 0,01-0,3 ppb respectively. The presence of NO_x in the stratosphere had been suspected to be due, in some degree, to exhaust emissions from supersonic aircraft. Recently a potentially more important source has been established: nitrous oxide (N_2O) formed in the troposphere is transported to the stratosphere, where it reacts with singlet oxygen to form NO* in activated form. The NO* thus formed reacts with ozone by a catalytic-loss mechanism in wich NO* is subsequently regenerated:

$$N_2O + O\,(UV) = 2\,NO^* \qquad (1)$$

$$NO^* + O_3 = NO_2 + O_2 \qquad (2)$$

$$NO_2 + O = NO^* + O_2 \qquad (3)$$

Thus the reaction for (2) and(3) is:

$$O_3 + O = 2\,O_2 \qquad (4)$$

The mean lifetime of N_2O in the troposphere is very long (up to 170 years). The only possible sinks require either ultra-violet light or oxygen atoms, which in the troposphere exist in only negligible quantities.

The reason for concern for the global climate may be summarised as follows [4, 5, 6]. Most of the solar radiation intercepted by the earth is in the visible and ultra-violet regions of the spectrum. Of the total 1350 Wm^{-2} incident radiation, about 35 % is reflected by the atmosphere or the earth's surface. A further 20 % (mainly ultra-violet) is absorbed by the stratosphere, leaving about 45 % of mainly visible light to be absorbed by the earth's surface. Some 40 % of the radiation incident on the surface is re-radiated in the infra-red region because the surface temperature is relatively low. Not all of this radiation is lost to space: some is absorbed by CO_2 and H_2O in the troposphere, and this makes earth's surface significantly warmer than would otherwise be the case. The potential phenomenon of global warming is generally attributed to increases in CO_2 in the troposphere. However, an atmospheric window exists in the wavelength range 8 - 12 μm where CO_2 and H_2O absorb little of the infra-red radiation from he earth's surface. Any gases that have absorption bands between 8 and 12 μm may augment the effect of CO_2 and catastrophically affect climate. CFCs, CH_4 and N_2O have infra-red absorption in this band. Shine [4] estimates that the emission of one tonne of N_2O has a greenhouse warming potential approximately 200 - 300 times greater than that of one tonne of CO_2 . Power station N_2O-emissions then make a contribution to the greenhouse effect of about 0,1 - 0,7 % of the contribution of the corresponding CO_2 emissions.

The mean tropospheric N_2O concentration is nowadays of about 311 ppb [2, 4, 7]

2. Laboratory facility

The laboratory facility (fig.1) is structured intro four functional devices:

(1) Gas proportioning and mixing station,
(2) High temperature tube reactor,
(3) Gas output and sampling system, and
(4) Gas analysing device.

It offers a multitude of experimental possibilities. Only some of its most important devices and parameters are to be mentioned in the following.

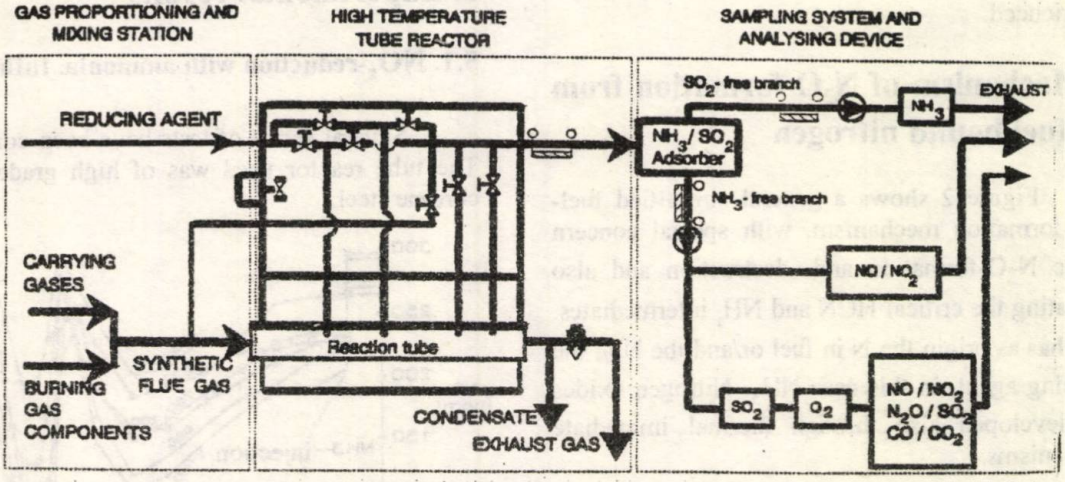


Fig.1. Schematic arrangement of the experimental high temperature laboratory facility.

The synthetic gas mixture is realised by mixing several components in desired amounts. The proportioning is regulated by means of computer controlled mass-flow meters. After being premixed, the special combustion gas components (SO_2, CO, NO or NO_2) reach the static mixing station , where mixing with the carrying gases (N_2, O_2 or CO_2) occurs. If necessary, steam injection is possible. A high grade steel pipe heated at 200° C transports the mixture to the high temperature tube reactor. A separate pipe enables the admission and injection of gaseous reducing agents (NH_3, H_2 or CH_4). The injection point of the reduction agent into the mixed gases that are flowing through the tube reactor might be selected. Thus, by knowing the temperature and geometry of the reactor tube, the detention time corresponding to a selected mixture flow can be calculated.

Controlled temperature profiles ranging up to 1400°C are to be reached in the reactor, by trimming the selected set point. The reactor is a radiation furnace, electrically heated by means of silicon carbide bars. It is divided into three zones for preheating, reaction and post heating. In its central part it ensures isoathermal reaction conditions. For the tube reeactor sinter alumina ceramic, which is chemically inert, or high grade nickel-chrome steel, with possible catalytic influence, might be installed. The laminar flow of the synthetic flue gas mixture assures the molecular diffusion of the injected reducing agent.

For avoiding the formation of ammonium sulphate ($(NH_4)_2 SO_4$) or ammonium hydrogenous sulphate (NH_4HSO_4), the sampling output is heated over 300° C and is then divided into two branches by means of the SO_2/NH_3 adsorbing device.

Two diaphragm pumps assure the continuous supply of gas sampling to the analysing apparatus. On the SO_2-free branch NH_3 is measured. On the NH_3-free branch, analysis of NO, NO_2, N_2O, O_2, CO, CO_2 and SO_2 are performed.

3. N_2O-Measurement technique

For avoiding the artifact in the N_2O-measurement using stored samplings, two possibilities exist:

- drying and removal of SO_2 from the sample, or
- using an on-line analysing technique.

A continuous on-line analysis was performed by means of a multichannel photometer, having an accuracy of between ± 2 mg/m^3, and ± 10 mg/m^3, depending on the used linear range. The apparatus functions nondispersive and measures the extinction of light through N_2O, as N_2O is very sensitive in the infrared field. It proceeds the N_2O measurement by single beam frequency operation. Interferences from other flue gas components are avoided by means of signal

compensating electronics. Also direct gas chromatography (GC) has been achieved for verifying the correctness of the measurements. A good coincidence between both methods has been experienced.

4. Mechanism of N_2O-formation from fuel bound nitrogen

Figure 2 shows a general simplified fuel-NO_x-formation mechanism, with special concern to the N_2O-formation and -destruction and also indicating the critical HCN and NH_i intermediates. N_2O has as origin the N in fuel or/and the N in the reducing agent, in this case NH_3. Nitrogen oxides are developed also through thermal immediate mechanisms.

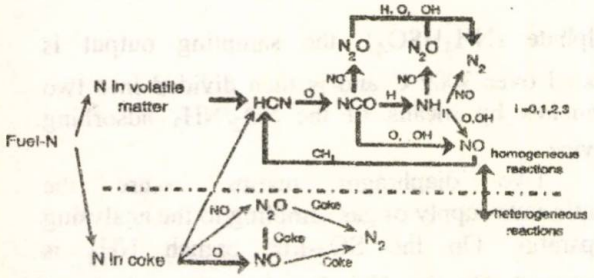


Fig.2. Model for the homogeneous and heterogeneous N_2O-formation and destruction during combustion of fuels containing nitrogen and de-nitrification by means of ammonia.

This mechanism shows that N_2O is produced during combustion, as well as during the denitrification procedure, if NH_i -radicals occur in the reducing agent. Temperature, oxygen content, residence time, the presence of other components as OH, O, NO, SO_2, H_2O and several other factors have a key role in the chain of reactions.

It is known, that during the selective non-catalytic reduction (SNCR) injected ammonia (NH_4) and nitrogen oxide (NO) can react to form water vapour and N_2 in a fairly narrow gas temperature range around 960 - 1050° C. Removal efficiencies (R) range from 40 to 70 %, even more. The thermal $DeNO_x$ process is patented. The temperature required means that the injection must take place in the upper regions of the boiler and that multiple injection points must usually be provided to accommodate varying boiler loads, with changing temperature distributions.

5. Experimental results

5.1. NO_x-reduction with ammonia. Influences

Several series of tests have been completed. The tube reactor used was of high grade nickel-chrome steel.

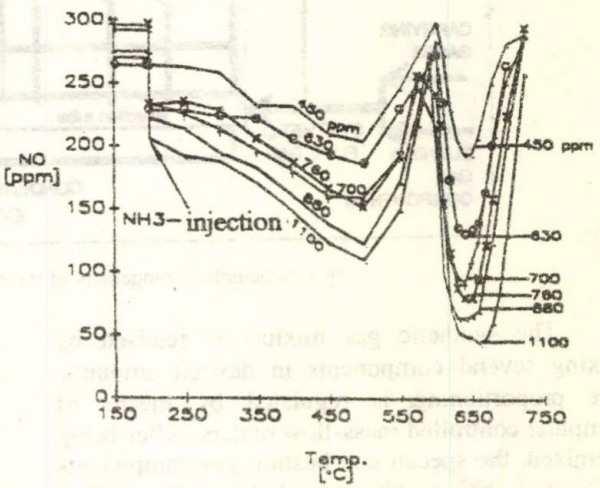


Fig.3. NO-reduction versus reaction temperature and injected ammonia amount.

Figure 3 suggests the reduction of NO versus the temperature and several injected ammonia amounts, comprised between 450 and 1100 ppm.

The curves have a similar aspect, independent of the used ammonia quantity. Very pregnant becomes the temperature window of 630 - 650° C, between wich the reduction of NO is maximum. The values are smaller than in practice, because by using the steel reactor tube, its catalytic influence on the reducing reactions is utilised. All the curves have a minima, that indicates the effectiveness of the reduction by means of ammonia injection. For similar starting conditions, the more ammonia is injected, the greater is the reduction of NO. This is to be explained by the improved number of active NH_i-radicals, that may occur.

As oxygen has a key role during the reactions, its influence is analysed in Figure 4 in detail, for the case of an injected ammonia amount of 880 ppm.

The NO-curve decreases as the existing NH_i-radicals are preferentially used to produce N_2O and not NO, and so NO from the introduced amount is consumed. The evident increase of the N_2O with a maxim of 140 ppm supports this mechanism. The fact that the O_2-content (measured in % by volume) in the mixture registers a insignificant variation, may not influence the theory, as the used oxygen amounts are of ppm levels. Furthermore the minimum of the NO-curve indicates an efficient de-nitrification of the flue gases. Important is also the fact, that the minimum of the NO-curve (at 650°C) does not coincide with the maximum of the N_2O-release curve (at 600°C), although it does not occur at the temperature where the N_2O-content becomes minim (640°C).

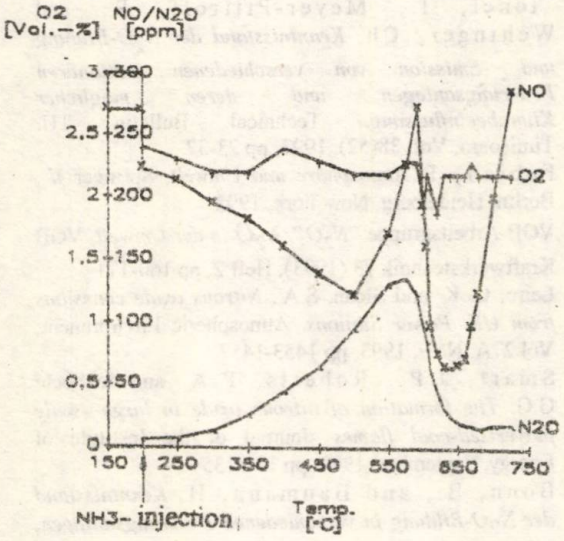


Figure 4. Correlation of O_2, NO and N_2O versus temperature for an injected ammonia amount of 880 ppm.

Figure 5 summarises the N_2O release curves versus temperature, for different injected ammonia amounts.

Very important is to observe the temperature interval of 475 - 550°C, where the N_2O-release is maximum. Naturally the N_2O concentrations depend strongly also of the used NH_3-injection. To be noticed that for all the studied cases, as much as possible, similar initial experimental conditions were used.

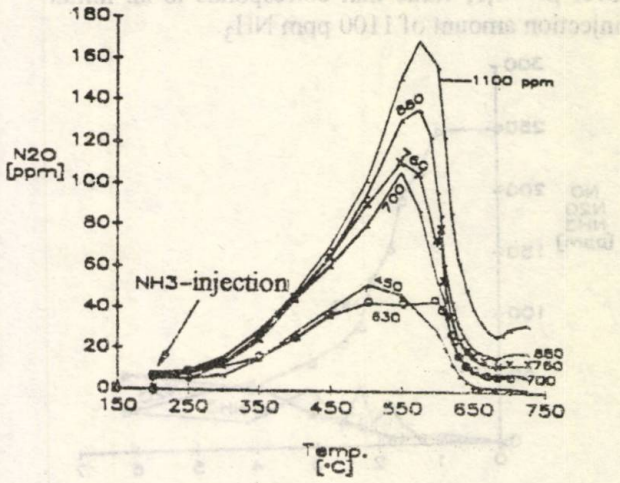


Figure 5. N_2O-concentration versus temperature for different injected ammonia amounts.

5.2. N_2O concentrations during the de-nitrification of the flue gases [1, 8]

Figure 6 summarises the reduction rate R versus the used temperature interval of 200-735°C, in dependence of the injected ammonia. The values vary from 35 up to 80 %.

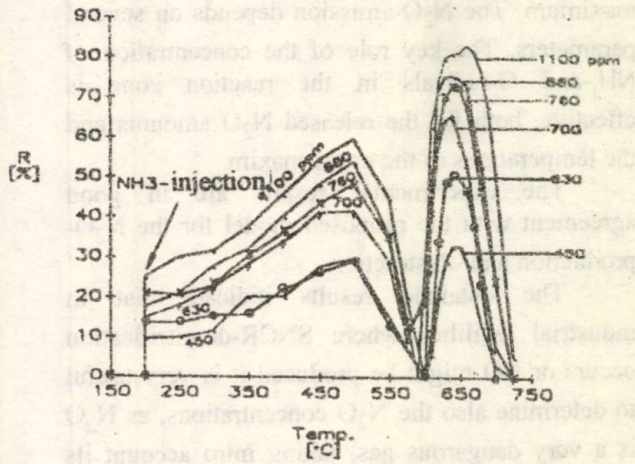


Figure 6. Reduction rate R versus reaction temperature for different initial ammonium injection amounts.

Figure 7 indicates the concentrations of NO and N_2O, as well as the NH_3-breakthrough versus the molar ratio β, for the temperature of 630° C, when the reduction has its maximum.

By increasing the molar ratio, the NO concentration decreases (minimum 50 ppm) but the N_2O concentration increases (maximum 50 ppm). No significant influence has been noticed

over $\beta = 4,1$, value that corresponds to an initial injection amount of 1100 ppm NH_3.

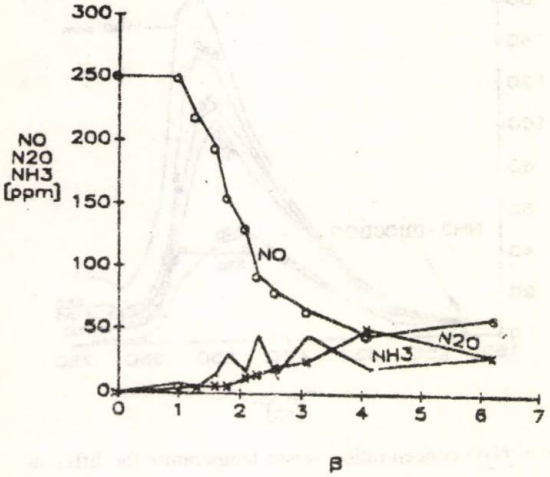


Figure.7: Concentrations of NO, NH_3 and N_2O versus the molar ratio β for the temperature optimum.

Conclusions

During the experiments modelling the SNCR-method with ammonia as reducing agent, N_2O is produced. All the N_2O curves have an maximum. The N_2O-emission depends on several parameters. The key role of the concentration of NH_i-and O-radicals in the reaction zone is effective, both for the released N_2O amounts and the temperatures of the noted maxim.

The experimental results are in good agreement with the proposed model for the N_2O-production and -destruction.

The obtained results indicate that in industrial facilities where SNCR-de-nitrification occurs or NO might be produced it is very useful to determine also the N_2O concentrations, as N_2O is a very dangerous gas, taking intro account its stability and very long lifetime, although the released concentrations might not be obviously high.

Future control strategies and legislation for the NO-emission in the exhausted flue gases must be correlated to the emission of N_2O, by experimenting a common optimum temperature interval and reduction conditions.

Acknowledgement

This research has been carried out at the Technical University of Munich, Germany, during the period when the author was fellow of the Alexander von Humboldt Foundation and was financed by the Ministry for Research and Technology from Germany. Special thanks are due to the head of the department for Energy - and Environmental Technique, Prof. PhD. R. Meyer-Pittoff. For their support all the colleagues from the TU. Munich-Weihenstephan, who took part of the project research, are to be mentioned. The author also appreciate the helpful suggestions of the anonymous references.

REFERENCES

[1] Ionel, I., Meyer-Pittroff, R., Fritz, U. and Wehinger Ch. *Experiments on N_2O emissions from synthetic flue gas mixtures.* International Conference on Environmental Pollution, Barcelona. September, 1993, Vol., pp 438-445

[2] Ionel, I., Meyer-Pittroff, R and Wehinger, Ch *Kenntnisstand der N_2O-Bildung und -Emission von verschiedenen stationären Feuerungsanlagen und deren möglicher Klimabeeinflussung.* Technical Bulletin TU. Timişoara, Vol. 38(52), 1993, pp 23-37

[3] Fabian, P. *Atmosphäre und Umwelt*, Springer V., Berlin, Heidelberg, New York, 1992

[4] VGB-Arbeitsgruppe *"N_2O", N_2O in der Umwelt*, VGB Kraftwerkstechnik 73 (1993), Heft 2, pp 160-171

[5] Lairo, C. K. and Sloan, S.A., *Nitrous oxide emissions from UK. Power Stations.* Atmospheric Environment, Vol.27A, No.9, 1993, pp 1453-1457

[6] Smart, J.P., Roberts, P.A. and de Soete G.G. *The formation of nitrous oxide in large -scale pulverised-coal flames.* Journal of the Institute of Energy, September 1990, pp 131-135

[7] Bonn, B., and Baumann, H. *Kenntnisstand der N_2O-Bildung in verschiedenen Feuerungsanlagen*, VDI-Berichte, No. 922, 1991, pp 625-634

[8] Albrecht, W. *Experimentelle Untersuchungen zur Stickoxidreduktion nach dem SNCR-Verfahen mit Hilfe des Redutionsmittels Ammonik unter besonderer Berücksichtigung der N_2O-Emission*, Diploma, TU München, 1992

(Referent de specialitate: dr. chim. Magdalena Matei - ICEMENERG)

(Primit la 1 iunie 1994, acceptat la 29 iunie 1994)

Reţelele electrice amplasate şi construite necorespunzător nu mai sînt considerate indicatori de progres tehnic-economic, ci factori poluanţi ai mediului.

Autorul propune ca alegerea soluţiilor constructive de linii să se facă luînd în considerare şi alţi factori decît cei economici, folosind teoria mulţimilor vagi, precum şi noi indicatori care să caracterizeze liniile electrice din punctul de vedere al încadrării lor în mediul înconjurător.

The electric networks which are unproperly carried out and located, are considered now as being an environmental pollutant.

The author suggests that network manufacturers should take into account when manufacturing them, not only the economic terms by using the vague set theory, but also the environmental impact of their location.

CONSIDERAŢII PRIVIND CREŞTEREA PONDERII IMPACTULUI ESTETIC VIZUAL ÎN SELECTAREA VARIANTELOR DE REALIZARE A REŢELELOR ELECTRICE

Prof. dr. ing. ALEXANDRU POEATĂ*

Descriptori: poluare estetică, linii electrice aeriene

În evul mediu, o barbă unsuroasă era un indicator de "bunăstare" pentru cel ce o purta. Era o dovadă că omul mănîncă multă carne cu grăsime, deci este înstărit. Se spune că unii "bărboşi" îşi ungeau intenţionat barba cu slănină pentru a fi apreciaţi ca atare [1].

În domeniul tehnic a existat, pînă la cel de al doilea război mondial, şi ceva mai tîrziu, o tendinţă similară de a aprecia gradul de dezvoltare, de industrializare a unei regiuni, după densitatea coşurilor de fabrici, liniilor de cale ferată, reţelelor electrice şi numărul locomotivelor cu abur şi fum. În jurnalele de actualităţi, care atunci se prezentau la cinematografe, dacă se dorea să se pună în evidenţă dezvoltarea unei zone sub o anumită administraţie, se prezentau tocmai peisaje de acest tip, care astăzi sînt date ca exemplu de poluare vizual-estetică a mediului înconjurător.

După cel de al doilea război mondial, odată cu apariţia mişcărilor ecologice, a început să se impună o altă tendinţă, şi anume evitarea, pe cît posibil, impactului vizual-estetic al construcţiilor industriale, al căilor ferate şi, evident, al reţelelor electrice (linii electrice aeriene LEA şi staţii de transformare). Această evitare se face fie prin alegerea corespunzătoare a traseelor căilor de comunicaţii, a reţelelor electrice etc. în aşa fel încît să nu apară în cîmpul vizual în zonele cu circulaţie intensă, în apropierea aglomeraţiilor urbane şi în interiorul localităţilor (oraşe şi chiar localităţi rurale). O altă cale constă în păstrarea unui peisaj natural prin integrarea armonioasă a reţelelor în mediul înconjurător, cum ar fi utilizarea stîlpilor LEA cu dublu circuit în formă de brad drept vopsit în verde sau realizarea unor stîlpi pentru iluminat în interiorul oraşelor amplasaţi în apropierea clădirilor monumentale într-o formă ce reprezintă adevărate opere de artă. Mai recent, construcţia liniilor de distribuţie cu conductoare torsadate exclude, cel puţin parţial, "stîlpul", element inestetic frecvent pe străzile aproape centrale ale multor oraşe.

Evident, soluţia radicală în ceea ce priveşte evitarea poluării estetic-vizuale din cauza reţelelor de joasă şi medie tensiune constă în realizarea acestora

* Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Politehnică Iaşi

sub formă de LEC (linii electrice în cablu), montate în pămînt sau canale. În favoarea acestor soluţii pledează două argumente importante, şi anume:

- în primul rînd, costurile specifice ale LEC de joasă şi medie tensiune sînt mai mari cu numai aproximativ 15 %, respectiv 18 % decît LEA (după calcule estimative recente ale unor birouri de proiectare ale FRENEL);

- în al doilea rînd, trecerea liniilor de joasă şi medie tensiune din LEA în LEC, chiar şi în mediul rural, este o tendinţă generală în vest şi practicată curent, încît adoptarea ei şi la noi s-ar face pe baza unei experienţe deja acumulate în privinţa tehnologiilor de execuţie, precum şi a metodelor de exploatare.

Cele de mai sus au fost menţionate şi fiindcă în prezent au apărut în literatură atît în vest, cît şi în est, opinii care susţin oportunitatea realizării de LEA de medie tensiune compactizate cu ajutorul distanţierelor între conductoare, în deschiderea dintre stîlpi, soluţii care sînt în faza experimentală şi la noi. Aceste construcţii au unele avantaje, dar poluează estetic şi vizual nu numai spaţiul ocupat de stîlpi, ci şi spaţiul dintre stîlpi, din cauza distanţierelor dintre conductoare care adesea sînt destul de ancombrante.

Avînd în vedere costul acestor linii compacte, intermediar între LEA (clasică) şi LEC, unii specialişti opinează pentru adoptarea lor, dar fără considerarea factorilor poluanţi estetici şi vizual. S-ar putea ca prin considerarea acestor factori să se renunţe la adoptarea la noi a acestor linii compacte de medie tensiune,

Literatura tehnică de specialitate tratează în special problema impactului liniilor aeriene de tensiune înaltă asupra mediului înconjurător, dîndu-se importanţă următoarelor aspecte: ocuparea terenului, posibilele efecte biologice ale cîmpului electromagnetic, impactul vizual, interferenţa radio [2]. Tot acolo se precizează însă că există numeroase ţări în care reducerea poluării vizuale ocupă primul loc în preocupările actuale.

LEA sînt, în general, instalaţii avînd o durată de viaţă lungă şi un cost ridicat, încît ,odată realizate, rămîn mult timp, atît în cîmpul vizual, cît şi ca elemente ce impun restricţii pentru unele dezvoltări ulterioare: construcţii, diverse instalaţii sau chiar exploatări agricole.

În consecinţă, odată realizate ele rămîn moştenire pentru generaţiile următoare, care trebuie să suporte costuri tot mai ridicate pentru realizarea noilor dezvoltări şi totodată un peisaj poluat.

În prezent, noi lăsăm deja generaţiilor ce urmează, în domeniul reţelelor electrice aeriene, destule situaţii în care poluarea vizuală devine din ce în ce mai accentuată.

Astfel, în zone cu muzee şi case memoriale mai tronează adesea stîlpi din beton centrifugat de joasă tensiune, de mari dimensiuni, cu coronamen-te încărcate, ce aduc a copaci uscaţi. Adevărate plantaţii de stîlpi de diferite tensiuni pot fi văzute adesea la intrările în oraşe, în special spre zonele industriale şi chiar în mediul rural. Evident., această situaţie îşi are istoria ei şi se explică printr-o serie de factori tehnici, economici, dar şi psihologici.

Ceea ce este necesar în prezent este în primul rînd o conştientizare mai accentuată a celor implicaţi în realizarea de noi reţele pentru a lua în considerare mai mult impactul estetic-vizual al LEA.

În prezent metodele de evaluare a soluţiilor optime pentru realizarea unei LEA folosesc criteriul cheltuielilor actualizate minime sau criterii similare.

Din cauza imposibilităţii cuantificării valorice a poluării vizual-estetice aceasta nici nu este luată în considerare în diverse variante de realizare a reţelelor electrice.

O primă soluţie în eliminarea acestui inconvenient constă în considerarea următorului fapt: La aplicarea criteriilor de optimizare menţionate se obţine un domeniu al variantelor egale din punct de vedere economic, diferind între ele cu 5 - 15 % [3]. Urmează deci ca varianta optimă să fie dedusă din acestea, care sînt deci practic egale din punct de vedere economic, dar diferă din punctul de vedere al altor, criterii printre care şi cel al aspectului estetic-vizual. Trebuie subliniat că sînt şi alţi factori necuantificabili riguros, care de asemenea nu pot fi consideraţi în modelele clasice, cum ar fi, de exemplu, costul terenului ocupat. Precizăm din nou că acest cost, se consideră, de regulă, la valoarea lui actuală, dar o linie odată realizată poate deveni incomodă pentru dezvoltările ulterioare ale altor obiective, deci şi el este un factor imprecis. De asemenea celelalte influenţe negative (acustic, electromagnetic etc.,) nu pot fi cuantificate valoric.

Selectarea variantei optime din cele egale economic se poate face în prezent modelînd factorii necuantificabili cu ajutorul noţiunilor din teoria mulţimilor vagi [4]. Precizăm că în acest domeniu există o literatură foarte apropiată de aplicaţii concrete tocmai în domeniul interacţiunii mediu-reţele electrice [5].

Se consideră că imposibilitatea cuantificării anumitor factori poluanţi, printre care şi impactul vizual-estetic şi cel de teren ocupat, a făcut ca, în adoptarea unor variante de reţele, aceşti factori nici să nu fie consideraţi în justificarea soluţiilor adoptate.

În acest sens este concludent următorul exemplu. La justificarea soluției de întărire a sistemului de alimentare cu energie electrică a Londrei din mari centrale termoelectrice situate la circa 80 km de metropolă constînd în LEC, de curent continuu, realizate în 1972, nici nu se amintește în literatură argumentul evitării impactului mediu-linie de transport [6]. Or, dintr-un calcul sumar se poate dovedi că tocmai acest argument, lipsa unui culoar atît de mare, a fost decisiv în adoptarea acestei soluții.

Se pare că și la noi sînt situații similare [7]. Deși există preocupări pentru compactizarea LEA de înaltă tensiune, operație care duce în primul rînd la reducerea impactului vizual-estetic și al terenului ocupat, la alegerea variantei optime de stîlp, dintre aceștia factori se consideră, în oarecare măsură, doar influența terenului ocupat caracterizat prin lățimea culoarului, luat ca distanță între fazele extreme, fapt controversat pe de altă parte tot în literatura noastră de specialitate [2].

Sugerăm ca din punctul de vedere al impactului vizual estetic să se introducă un indicator privind suprafața în m^2 a dreptunghiului în care se înscrie profilul stîlpului văzut în lungul liniei, așa cum se indică în literatura de specialitate [8] și în unele studii de compactizare a LEA de la noi [9].

De altfel, mai concludent este indicatorul de compactizare K, dat de relația $K = P_n/S$, unde P_n este puterea naturală, în MW, iar S-suprafața dreptunghiului menționat. Deși nu este un indicator cuantificabil în lei, el dă cel puțin tot atîta informație ca și indicatorul "grad de simetrizare" caracterizat în lucrarea [7] prin raportul X_d/X_i și care, cu aceste notații, în toată literatura de specialitate clasică este, pentru orice fel de construcție LEA, egal cu unitatea. Un indicator care să caracterizeze gradul de dispunere simetrică a conductoarelor este foarte util chiar și din punctul de vedere al interacțiunii mediu-rețele electrice.

În prezent, prin operația de "avizare" a studiilor se aplică, în fond, metoda experților. Pentru ca o asemenea metodă să fie expeditivă și eficientă, din punctul de vedere al problemei discutate, ar trebui în primul rînd ca printre experți să figureze și specialiști competenți în domeniul esteticului, deci arhitecți familiarizați cu construcțiile de linii și cu preocupări de arhitectură peisajeră. În al doilea rînd, proiectanții ar trebui să prezinte mai mulți indicatori pe baza cărora să se aprecieze comod influența diferiților factori poluanți. De exemplu, însuși proiectantul ar putea califica un stîlp din punct de vedere estetic prin calificative de felul: estetic, foarte estetic, inestetic, foarte inestetic etc., care ar trebui stabilite prin consultarea arhitectului.

Aceleași tipuri de calificative se pot da și altor factori poluanți necuantificabili; cu ajutorul lor de poate ușor elabora o metodă de ierarhizare a variantelor de LEA, cu considerarea tuturor aspectelor implicate.

Un alt aspect în legătură cu compactizarea LEA, care de regulă în literatura noastră se omite, este acela al "sistemului" de transport ce se instalează pe stîlpi. Este vorba, de exemplu, de sistemul în c.c. sau în hexafazat etc. Dacă exemplele prezentate sînt din punct de vedere practic departe de implementare, liniile autocompensate există construite deja în Basarabia și este foarte important să fie analizate și din punct de vedere estetic-vizual, înainte de a trece la extinderea lor.

Concluzii

- Avînd în vedere durata de viață lungă a liniilor electrice și costul ridicat, la realizarea lor trebuie să se ia în considerare într-o mai mare măsură aspectul estetic vizual, arhitectonic, chiar cu încălcarea unor restricții economice actuale, pentru a nu lăsa o moștenire "urîtă" generațiilor viitoare.
- Ar fi necesar ca în evaluarea factorilor estetici etc. ai liniilor, aspecte ce nu trebuie să se limiteze numai la un stîlp ca tip, ci la întreaga linie încadrată concret pe tot traseul ei, să se apeleze la arhitecți specializați în această direcție. Tot în atenția acestora ar trebui să stea problema priorităților de executare a lucrărilor de trecere a LEA de joasă și medie tensiune în LEC deocamdată cel puțin în orașele mari și în special acolo unde ele interferează cu monumente, muzee, case memoriale etc.
- În studiile de linii trebuie să se introducă metoda de evaluare a diferitelor soluții bazată pe metoda mulțimilor vagi. În paralel, variantele de linii trebuie să fie însoțite de mai mulți indicatori, care să caracterizeze factorii necuantificabili.
- Trebuie să se acorde o atenție deosebită factorilor estetici la implementarea unor noi sisteme de linii care necesită stîlpi mai încărcați și deschideri poluate estetic din cauza distanțierelor sau a unui număr mare de conductoare pe faze.

BIBLIOGRAFIE

[1] Popovschi, N., *Lecţii de istorie*, Chişinău, 1936

[2] Cristescu, D., Rusan, R. *Impactul liniilor electrice aeriene asupra mediului înconjurător*. In: Energetica nr.4, 1993, Bucureşti

[3] Dale, V.A., Krişan, E.P., Paegle, O.G. *Metode dinamice de analiză a dezvoltării reţelelor*, Riga, 1979.

[4] Zadeh, L.A. *Fuzzy sets and information gramelarity. In adveances in fuzzy set theory and applications*. Ed. M.M. Gupta, R.K. Ragade, R.R. Yager, Amsterdam: North-Holland, 1979

[5] Kuzmin, I.F., Arums, A. E. *Evaluarea variantelor de reţele electrice după condiţiile de influenţă asupra mediului înconjurător* In : Electricestvo, nr.1, 1985 - Moscova.

[6] Posse, A.V *Schemele şi regimurile liniilor de transport în curent continuu*. Energhiia, Leningrad, 1973.

[7] Gheorghiţă, G., Vatră, F. Cristovici,A. *Optimizarea şi compactizarea LEA 400 kV simplu circuit în România*. Lucrările Simpozionului Naţional al Reţelelor Electrice, Ediţia a VI-a, vol.I. Editura Helicon, Timişoara, 1992.

[8] Persoz, H. ş.a. *La planification des reseaux electriques*, Edition Eyrolles, Paris, 1984.

(Primit la 1 noiembrie 1993, acceptat la 8 decembrie 1993)

DISCUŢII

Dr. ing. Laurenţiu Miron Goia - ICEMENERG. În proiectarea liniilor electrice se iau de obicei în considerare mai multe criterii ecologice, pe care le-am putea ierarhiza după ordinea importanţei din punct de vedere tehnico-economic în modul următor:

- criterii esenţiale: conform acestora LEA executate trebuie să respecte condiţiile de siguranţă mecanică şi electrică, să asigure influenţe reduse în zonă datorită cîmpului electric, să evite electrocutările, accidentele şi să posede o protecţie bună la supratensiuni atmosferice. Nerespectarea acestor criterii are urmări grave în mediu;

- criterii secundare: bazate pe aprecieri privind paraziţii TV şi radioelectrici, zgomotul acustic în zonă, accesibilitatea exploatării pentru deservirea liniilor. Importanţa acestor criterii este mai degrabă calitativă;

- criterii estetice, care sînt cele mai delicate avînd de obicei mare mobilitate, motiv pentru care trebuie aplicate cu discernămînt . În construcţia liniilor, liniorii au alte aprecieri privind aspectul estetic decît, de exemplu, agricultorii sau piloţii. Personal îmi "plac" LEA de înaltă tensiune suple, aerate, uşor încadrabile în orice peisaj. Aspectul estetic scade cu cît LEA au mai multe circuite, dar economicitatea acestora este mult mai ridicată. Evident, criteriul economic este mai important decît cel estetic. În schimb, liniile de medie tensiune (MT) în special cele dublu circuit cu coronament păianjen îmi par inestetice. Or, tocmai acest tip de linii tinde să se dezvolte în ultimul timp. La joasă tensiune, LEA cu conductoare torsadate ar trebui preferate celorlalte. Ele trebuie să fie construite nu pe stîlpi, ci direct pe clădiri; de altfel, aşa au fost iniţial concepute aceste construcţii de LEA - JT în Franţa, unde în afara criteriului simplu "estetic" în aprecierea unei construcţii de linie se foloseşte şi o apreciere mai "sofisticată": "încadrarea în peisaj", care implică studii şi modelări destul de complicate şi uneori costisitoare, mai ales cînd este vorba de zone de importanţă deosebită din punct de vedere turistic. Acest gen de criterii nu a fost încă introdus la noi.

Subliniez interesul pentru promovarea criteriilor estetice în proiectarea LEA multiplu circuit, atît la 110 - 400 kV, cît şi la medie tensiune. De asemenea, apare imperioasă preocuparea pentru o mai bună "estetică" a LEA de MT şi pentru dezvoltarea "urbanismului" reţelelor din oraşe. În aceste zone se poate vedea tot mai frecvent cum coexistă stîlpi de transport în comun, cu reţele electrice de JT şi TC, împreună cu cablul pentru programele TVC. Tot felul de utilităţi care apar pe stîlpi şi împînzesc străzile oraşelor, o serie de panouri publicitare neinspirate etc., contribuie mult la deteriorarea "urbanităţii" reţelelor comunale. Evident, pentru schimbarea acestui aspect ar trebui făcut apel mai frecvent şi mai profund la criteriile "estetice" în proiectare. În acest mod, proiectarea liniilor va deveni tot mai complicată şi va cuprinde aspecte de mare subtilitate, deoarece "esteticul" este în mare parte subiectiv.

În domeniul esteticii LEA de JT se impune, după opinia mea, promovarea unor măsuri legislative, care să reglementeze o serie de coexistenţe (TC, LEA, TV, publicitate) într-un mod tranşant.

Principii ale legislaţiei de mediu din România

ing. SPERANŢA IANCULESCU, ing. SERENA ADLER*

Protecţia mediului nu este un obiectiv în sine, ci un proces aflat într-o continuă dinamică, care necesită un cadru legislativ coerent. Activitatea de reglementare din domeniul protecţiei mediului înconjurător se realizează în etape, fiecare etapă avînd prioritătile ei, care creează premisele aplicării măsurilor de supraveghere şi control propuse.

Relaţia dualâ dintre protecţia mediului şi dezvoltarea economică trebuie să creeze acel echilibru care să permită realizarea obiectivelor unei dezvoltări durabile.

Protecţia mediului înconjurător şi a resurselor naturale este un factor important în stabilirea şi derularea programelor de restructurare din economie şi devine determinantă în procesul de luare a deciziilor în proiectele cu impact major asupra mediului.

Formularea ideii centrale care stă la baza dezvoltării cadrului legislativ vizînd protecţia mediului din România este dificilă, totuşi vom încerca în continuare o asemenea formulare şi apoi o scurtă clarificare a problematicii aferente acestui subiect. Ideea, considerată de autori ca fiind de bază, este cea a armonizării legislaţiei naţionale cu cea internaţională în contextul păstrării specificului naţional şi al tradiţiilor româneşti.

Cadrul legislativ din domeniul protecţiei mediului îşi propune prevenirea şi reducerea poluărilor de orice natură, conservarea şi păstrarea calităţii factorilor de mediu, gospodărirea responsabilă a resurselor naturale şi evitarea supraexploatării, reconstrucţia ecologică a zonelor afectate de poluarea produsă de activităţile antropice şi fenomenele naturale distructive şi nu în ultimul rînd păstrarea unui echilibru între mediul natural şi calitatea vieţii.

Protecţia şi conservarea mediului înconjurător constituie o problemă de interes naţional, ea fiind conţinută într-o serie de norme juridice care reglementează relaţiile sociale în acest domeniu. Cele mai importante acte normative care conţin aceste reglementări sînt: constituţia, legile cu referire la aspecte de mediu, decretele, hotărîrile şi tratatele şi convenţiile internaţionale cu condiţia ratificării lor de către România conform dispoziţiilor constituţionale.

* Institutul de Studii şi Proiectări Energetice - ISPE, Bucureşti

Legislaţia existentă în materie de protecţia mediului nu acoperă întreaga gamă de aspecte şi trebuie completată cu noi acte de reglementare în conformitate cu cele două coordonate, cea a principiilor generale de protecţie a mediului şi cea de aplicare naţională, în conformitate cu tradiţiile româneşti ale protecţiei şi conservării mediului.

Coordonata principiilor generale de protecţie a mediului

Aspectele legate de starea mediului înconjurător şi accelerarea degradării acestuia au început să preocupe ţările membre ale Organizaţiei Naţiunilor Unite încă din deceniul şase. Apare necesitatea întăririi activităţilor comune în domeniul protecţiei şi conservării mediului, mai ales prin introducerea unor legislaţii internaţionale şi naţionale în acest domeniu. Importanţa acestei problematici este reflectată şi în principiile şi recomandările din "Declaraţia cu privire la mediul înconjurător" lansată cu prilejul primului forum mondial, care a avut loc la Stockolm în 1972.

Pe linia reuniunilor la nivel înalt care îşi propun dezbaterea şi găsirea de noi soluţii pentru rezolvarea problemelor globale ale protecţiei mediului se înscrie şi Conferinţa Naţiunilor Unite privind Mediul şi Dezvoltarea, care a avut loc la Rio de Janeiro în iulie 1992. Problema fundamentală a fost abordarea integrată a aspectelelor de mediu, economice şi sociale. Cu acest prilej au fost dezbătute o serie de documente şi a fost formulată "Declaraţia de la Rio", care conţine principiile fundamentale pe care statele îşi vor baza deciziile viitoare şi "Agenda 21" care se constituie ca un plan de acţiune pentru secolul 21 şi are ca principiu de bază dezvoltarea durabilă.

Pentru activităţile de protecţie a mediului şi a resurselor naturale, Declaraţia de la Rio se constituie ca o bază a multor programe de acţiune atît ale ţărilor membre ONU, cît şi ale organismelor specializate. Ea stipulează faptul că singura cale pentru o dezvoltare economică pe termen lung este protejarea mediului, care trebuie să facă obiectul unui nou şi echitabil parteneriat, menit să angajeze nu doar guvernele ţărilor, ci şi sectoarele importante ale societăţii.

Principiile de la Rio includ următoarele idei de bază:

- oamenii au dreptul să trăiască şi să muncească într-un mediu sănătos, în armonie cu natura;

- dezvoltarea actuală nu trebuie să submineze necesităţile de dezvoltare şi mediu ale generaţiilor prezente şi viitoare;

- naţiunile au dreptul suveran să-şi exploateze propriile resurse, fără a produce pagube în afara graniţelor proprii;

- naţiunile vor trebui să dezvolte legislaţia internaţională care să prevadă compensarea pagubelor produse în afara graniţelor de activităţile aflate sub controlul propriu;

- naţiunile vor aplica principiul prevenirii pentru protejarea mediului, iar în cazul cînd există pericole ale unor daune serioase şi ireversibile, să nu folosească nesiguranţa ştiinţifică în blocarea sau amînarea unor măsuri efective menite să prevină degradarea mediului;

- contextul dezvoltării durabile constituie pentru protecţia mediului o parte integrantă a procesului de dezvoltare şi nu vor putea fi abordate izolat;

- naţiunile vor trebui să coopereze pentru conservarea, protejarea şi restabilirea sănătăţii şi integrităţii ecosistemelor de pe pămînt. Ţările dezvoltate au responsabilitatea de a susţine şi promova transferul de tehnologii nepoluante către ţările în curs de dezvoltare;

- naţiunile trebuie să reducă şi să elimine modelele nedurabile de producţie şi consum şi să promoveze politicile demografice adecvate;

- naţiunile trebuie să faciliteze şi să încurajeze accesul publicului la informaţiile de mediu disponibile;

- naţiunile trebuie să coopereze pentru promovarea unui sistem economic internaţional transparent, care să ducă la o creştere economică şi o dezvoltare durabilă a tuturor ţărilor;

- poluatorul trebuie să suporte costul poluării;

- naţiunile trebuie să se anunţe una pe cealaltă în cazul dezastrelor naturale sau al activităţilor care ar putea produce un umpact transfrontieră;

- naţiunile trebuie să elaboreze efectiv legi de mediu şi să îşi dezvolte legistaţia naţională privind datoria faţă de victimele poluării şi faţă de alte pagube de mediu.

Toate aceste principii constituie contextul actual de dezvoltare al activităţilor de conservare şi protejare a mediului.

Coordonata aplicării naţionale a principiilor de protecţie a mediului în spiritul respectului tradiţiilor româneşti

Preocupările legate de protecţia mediului şi de modul de organizare a vieţii românilor în armonie cu natura, îşi au rădăcinile în istoria noastră. Nu avem intenţia să abordăm strict istoric această evoluţie a reglementărilor relaţiilor dintre om şi natură, ci să ne oprim la două aspecte, unul legat de pădure şi celălalt de ape, aşa cum îşi găsesc ele oglindirea în istoria noastră.

Reglementări cu privire la administrarea veniturilor pădurilor şi păşunilor datează din timpul stăpînirii romane în Dacia. Pădurea este declarată din punctul de vedere juridic bun al statului, bun public "ager publicus", fiind folosită şi protejată de către colegiile forestiere.

În jurul anului 1514 se publică primele reguli de estimare a pădurilor şi evaluare a pagubelor cauzate de folosirea iraţională, stabilindu-se şi amenzi pentru pagubele aduse.

Prin ele însele toate aceste reglementări cuprindeau ideea de conservare a pădurii.

Legiferări în problemele din domeniul apelor, apar în "Pravilniceasca condică" din vremea lui Matei Basarab, Vasile Lupu (1650) şi în pravilele altor domnitori aceste acte vor reglementa dreptul de a folosi energia apelor la mori şi pive, obligaţia riveranilor de a asigura trecerea nestingherită a apelor prin proprietatea lor, de a contribui prin muncă şi/sau bani la asigurarea tranzitării apelor mari pe cursurile de apă din localităţi.

Exemplele de mai sus pot fi întregite cu alte cutume şi legi, atît în domeniile respective, cît şi în domeniul protecţiei solului, a mediului din localităţi etc. Ceea ce am dorit este să subliniem necesitatea ca la orice decizie privind mediul să se ţină seama de experienţa socială şi legislativă bimilenară a ţării noastre.

În ceea ce priveşte aspectele concrete actuale ale aplicării în legislaţia de mediu a principiilor amintite, trebuie ca acestea să se aplice în cadrul socio-economic al momentului. Am caracteriza acest cadru prin cîteva repere de bază:

- România are un mediu natural eterogen, care în linii generale este într-o stare acceptabilă, exceptînd unele efecte ale intervenţiilor antopice brutale din ultimele decenii.

- Asigurarea îmbunătăţirii condiţiilor de mediu reclamă:

* oprirea sau reducerea substanţială a activităţilor intens poluante;

* restructurări industriale cu efecte pozitive sub raport ecologic şi economic;

* refacerea treptată a mediului începînd cu cel natural (ape, sol şi păduri);

* prevenirea prin control continuu a oricăror evenimente de natură să afecteze negativ mediul;

- Lipsa acută de fonduri, la nivelul întregii economii, impune cu necesitate ca intervenţiile de mai sus, în general foarte costisitoare, să beneficieze de:

* încurajări materiale (împrumuturi şi subvenţii);

* descurajări pecuniare pentru măsurile cu efecte negative (amenzi şi taxe);

* consultanţă de înaltă calificare, parţial subvenţionată;

* valorificarea economică a poluanţilor captaţi la emisie pentru a compensa cheltuielile de investiţii şi exploatare (producere de acid sulfuric, recuperarea oxizilor de fier, metale neferoase, valorificarea zgurii, materiale plastice etc.).

Principiile legislative şi condiţiile specifice ale ţării noastre ca tradiţie şi situaţie actuală se regăsesc în mare măsură în actele normative deja existente privind protecţia mediului.

Esenţial este însă nu numai caracterul raţional şi coerent al legislaţiei existente şi viitoare, ci activitatea concertată a tuturor factorilor care aplică, începînd cu decizia de dirijare a capitalului investit, alegerea şi proiectarea soluţiei , realizarea obiectivelor, exploatarea acestora, dirijarea unei părţi de profit pentru perfecţionarea soluţiilor şi evident supravegherea continuă a efectelor asupra mediului.

ANUNŢ

Colegiul de redacţie al revistei ENERGETICA a hotărît în şedinţa din 26 aprilie 1994 ca publicaţia noastră să apară cu teme preferenţiale, ţinînd seama de problemele importante care stau în faţa energeticienilor din România.

Ca urmare, autorii sînt invitaţi să se înscrie în aceste teme, avînd în vedere că acele lucrări vor avea prioritate la publicarea în revistă.

Înainte de publicare, lucrările vor fi analizate în cadrul unor discuţii de grup, la care vor participa autorii, referenţii de specialitate, precum şi alţi specialişti în domeniu, invitaţi de Biroul de redacţie.

Temele prevăzute pentru anul 1995 şi perioadele preconizate pentru discuţiile de grup respective sînt următoarele:

Seria A:

1. Situaţia şi perspectivele producerii combinate de energie electrică şi termică în România
- ianuarie 1995
2. Sistemul de conversie termodinamică cu turbină cu gaze şi ciclul combinat gaze-abur
- martie 1995
3. Prelungirea duratei de viaţă şi moder-nizarea instalaţiilor energetice
- mai 1995
4. Centrale hidroelectrice, amenajări hidroenergetice şi impactul acestora asupra mediului ambiant
- iulie 1995
5. Implicaţii ale Cartei europene a energiei asupra energeticii româneşti
- septembrie 1995
6. Siguranţa în funcţionare a instalaţiilor energetice
- noiembrie 1995

Seria B :

1. Competiţia în sectorul energiei
- ianuarie 1995
2. Automatizări şi protecţii speciale în reţelele electrice
- matrie 1995
3. Tehnologii şi echipamente moderne pentru iluminat
- martie 1995
4. Managementul pierderilor de energie electrică în reţelele electrice
- mai 1995
5. Tehnologii avansate în transportul şi distribuţia energiei electrice
- iulie 1995
6. Tehnologii noi de mentenanţă şi training
- septembrie 1995
7. Compatibilitatea electromagnetică
- noiembrie 1995

Pentru informaţii suplimentare vă rugăm să vă adresaţi la redacţia noastră din: Bd. Energeticienilor, nr.8, sector 3. Telefon 3220692 sau 3216966/251.

REDUCEREA EMISIILOR DE BIOXID DE SULF PRIN DESULFURAREA GAZELOR DE ARDERE

La Hamburg, în Germania, între 1 şi 3 septembrie a.c., UNIPEDE şi Agenţia Internaţională de Energie a organizat sub deviza "Să ne împărtăşim realizările tehnologice pentru a face faţă încercărilor", o conferinţă avînd tema "Thermal Power Generation & The Environment", urmărind să analizeze modalităţile de reducere a impactului termocentralelor asupra mediului.

Din multirudinea de teme abordate, ne vom opri asupra desulfurării gazelor de ardere de la termocentralele ce ard combustibili fosili, ca modalitate eficientă de reducere a emisiilor de bioxid de sulf din cele mai importante surse staţionare antropice de emisie.

Problema reducerii emisiilor de bioxid de sulf provenite din surse antropice s-a pus, pentru prima oară la scară europeană , cu ocazia Conferinţei de la Geneva, din 1979, asupra necesităţii reducerii poluării la mare distanţă, transfrontieră. La Conferinţă, printre cele 34 de state participante s-a numărat şi România. Protocolul de la Helsinki, din iulie 1985, a fixat detaliile referitoare la maniera în care ţările semnatare ale Convenţiei se obligă să-şi reducă pînă în 1993, cu minimum 30 %, emisiile naţionale de bioxid de sulf, emisia anului 1980 fiind luată, convenţional, emisie etalon (100 %).

În principiu, reducerea emisiilor de bioxid de sulf de la termocentralele dotate cu cazane clasice se poate face prin:

- utilizarea unor combustibili cu conţinut mai mic de sulf la aceeaşi putere calorifică;
- desulfurarea promptă, în focar, a gazelor de ardere;
- desulfurarea tîrzie, postcombustie, a gazelor de ardere.

Înlocuirea combustibililor actuali sau de proiect, cu alţii superiori, mai săraci în sulf, ar fi, de bună seama, rezolvarea ideală, dar din motive obiective (costuri ridicate, disponibilitate limitată etc.) ea nu poate fi pusă uneori în practică . Totuşi, această soluţie a fost adoptată de majoritatea ţărilor [1-10; 21], inclusiv România, în politica energetică şi strategia de mediu. În cazul cazanelor pe păcură a devenit tactica comună pentru realizarea obiectivului strategic propus (reducerea emisiilor de bioxid de sulf), însuşi conţinutul de sulf al combustibilului ars pentru scopuri energetice fiind limitat prin norme.

Desulfurarea promptă, intracombustie, a gazelor de ardere se face fie prin arderea unui combustibil aditivat procombustie, fie prin injecţie de aditiv în focar. În primul caz, la arzătoare ajunge un amestec omogen de combustibil şi aditiv, pe cînd în al doilea, combustibilul şi aditivul ajung simultan în focar, dar independent unul de altul şI pe căi diferite. Aditivii de combustie uzuali sînt: oxidul de calciu (varul), hidroxidul de calciu (varul hidratat) şI carbonatul de calciu (din calcar).

Reactivitatea cea mai mare în procesul de desulfurare promptă o are hidroxidul de calciu, dar cel mai utilizat este calcarul, dat fiind costul său semnificativ mai mic.

Avantajele procedeelor prompte de desulfurare sînt:

- spaţiul necesar pentru amplasarea echipamentelor instalaţiei de desulfurare şi a anexelor acesteia este foarte restrîns;
- linia tehnologică este alcătuită dintr-un număr mic de utilaje;
- investiţia pentru instalaţia de desulfurare este minimă, aproximativ 1/10 din cea pentru o instalaţie de scrubbing cu suspensie de calcar (wet scrubbing-WS) ce tratează acelaşi debit de gaze de ardere;
- cheltuielile de exploatare sînt medii:
- consumul de apă este nul;
- din proces nu rezultă ape uzate;
- reactivul utilizat, pudra de calcar, este relativ ieftin şi se găseşte pretutindeni (este "ubicuitar"), este uşor de manipulat şi inofensiv pentru om, nu este higroscopic, astfel încît nu se cer măsuri de protecţie speciale;
- produsul rezultat din desulfurare, sulfat de calciu, are solubilitate mică şi un grad mic de periculozitate pentru mediu, poate fi haldat fără a muta problema poluării de la aer la apă şi sol.

Dezavantajele procedeului de desulfurare promptă, intracombustie, cu calcar sînt:

- randamentul maxim de desulfurare realizabil este între 40 şi 50 % pentru un raport molar Ca/S cuprins între 2 şi 4;
- nu toţi cărbunii se pretează la desulfurare promptă; poate exista incompatibilitate între cărbunele ale cărui gaze urmează să se desulfureze prompt şi calcarele utilizate în acest scop;
- datorită raportului molar Ca/S mare, cantităţile de calcar ce trebuie excavate, concasate, măcinate, transportate la termocentrală, introduse în focar, sînt foarte mari (8 - 11 % din masa cărbunelui cînd acesta conţine 1 % S combustibil);
- temperatura în focar scade cu pînă la 60°C ca urmare a introducerii calcarului; sarcina cazanului scade cu 2 % ;

- din proces rezultă cenuşă ce conţine CaO nereacţionat şi o mică parte de sulfat de calciu anhidru, $CaSO_4$ (anhidrit). Amestecul de cenuşă cu produşi de la desulfurare este un deşeu ce se haldează;

- evacuarea cenuşii de la buncărele de cenuşă ale electrofiltrelor se face pneumatic, existînd pericolul cimentării cenuşii în contact cu apa;

- electrofiltrele sînt suprasolicitate; rezistivitatea noii cenuşi este mult mai ridicată decît a cenuşii de cărbune neaditivat;

- repartiţia pudrei de calcar în focar şi istoria sa termică sînt esenţiale pentru randamentele ce se realizează.

Deoarece în majoritatea ţărilor există norme de emisie care limitează, uneori drastic, concentraţia bioxidului de sulf din gazele de ardere ce se emit la coş, desulfurarea promptă este adoptată:

a) ca soluţie **optimă** sau **de bază,** în cazul:

* cazanelor cu putere termică mică, pentru care normele de emisie sînt mai puţin restrictive şi unde investiţia pentru instalaţii de desulfurare după tehnologii mai performante ar fi exorbitantă, ştiut fiind faptul că investiţia specifică la puterea instalaţiei creşte exponenţial cu scăderea puterii grupului.

În general o putere termică de 250 MW_t este limita superioară pentru cazane la care desulfurarea se face prin metode prompte.

** cazanelor cu putere termică mai mare de 250 MW ce au o perspectivă limitată de viaţă şi unde, ca urmare, o investiţie mare pentru o instalaţie de desulfurare nu se justifică şi pot fi acceptate şi randamente modeste de desulfurare (50 %);

b) ca soluţie **de necesitate,** excepţional, în cazul cazanelor mari, ce au durată restantă de viaţă evasicompletă, dar care nu dispun de spaţiu liber pentru amplasarea unor instalaţii de desulfurare mai performante.

Polonia a adoptat desulfurarea promptă, intracombustie, ca soluţie "optimă" la termocentrala Halemba (5 grupuri de 50 MW electrici) şi ca soluţie "de necesitate" la termocentrala Rybnik (8 grupuri de 200 MW electrici) unde lipsa de spaţiu este acută. Randamentele de desulfurare realizate sînt mai mult decît modeste, ele fiind cuprinse între 30 şi 40 % [9].

În **Italia** , soluţia de injecţie de calcar în focar a fost adoptată la centrala Bastardo de lîngă Perugia, unde concentraţia maximă admisibilă a bioxidului de sulf în gazele de ardere a fost fixată la 1200 mg/m^3*. La un raport molar Ca/S=2 randamentul de desulfurare realizat este de 35 %, dat fiind faptul că maniera de injecţie este improprie. Investiţia pentru instalaţia de desulfurare a fost de 64533 lire italiene pe kW instalat (grupul este de 75 MW electrici). Cheltuielile de exploatare, atunci cînd instalaţia a funcţionat 6500 h/an la sarcină nominală au fost de 2,04 lire italiene/kWh generat [11].

Franţa exploatează cu succes termocentrala Gardanne ce are o instalaţie de desulfurare promptă complexă: aditivarea cărbunelui precombustie cu calcar şi injecţie în focar cu hidroxid de calciu, încît raportul global molar Ca/S este peste 3 (apropiat de 3,5). Grupul dotat cu instalaţie de desulfurare este de 660 MW electrici, iar randamentul proiectat şi realizat este de 60 %.

Franţa consideră tehnologia satisfăcătoare, dar este angrenată în acelaşi timp în cercetări pentru optimizarea ei. Se urmăreşte creşterea gradului de utilizare a reactivului (deci scăderea raportului molar Ca/S) şi creşterea randamentului de desulfurare la minimum 70 %. Dacă rezultatele experimentărilor în perioada 1992 - 1994 vor fi pe măsura aşteptărilor, din 1994 vor fi dotate cu acest tip de instalaţii de desulfurare alte opt grupuri (1 de 600 MW electrici şi 7 de 250 MW electrici), într-un ritm de două instalaţii pe an [8].

Danemarca are prezăzută în strategia sa de mediu, între altele, ca una din soluţiile posibile de reducere a emisiilor de bioxid de sulf, schimbarea cărbunelui actual - la cazanele unde acest lucru este posibil - cu unul ce conţine maximum 1 % S şi adoptarea metodei prompte de desulfurare [4].

În **România** , strategia de mediu a RENEL, complementară strategiei sale de combustibili, ambele derivate din strategia generală pentru domeniul producerii energiei electrice şi termice, prevede pentru perioada următoare, adoptarea de "măsuri primare" pentru reducerea emisiilor de bioxid de sulf la cazanele pe cărbune şi limitarea conţinutului de sulf din combustibil la cazanele pe păcură [21].

Măsurile primare (prin analogie cu măsurile primare de la oxizii de azot) în cazul oxizilor de sulf asigură legarea acestora în focar, deci prompt.

Lignitul românesc cu conţinut ridicat de cenuşă şi umiditate şi relativ mic de sulf, se pretează la desulfurarea promptă cu calcar, aditivarea putîndu-se face fie precombustie, fie în focar [3].

ICEMENERG-LPPM a făcut teste de desulfurare promptă pe focarul experimental de la Universitatea Politehnică Bucureşti încă din anul 1990. În prezent sînt în curs experimentări pentru optimizarea sistemului de injecţie a calcarului în focar şi stabilirea compatibilităţilor dintre cărbuni şi calcarele din carierele arondate geografic termocentralelor viitoare beneficiare ale desulfurării prompte.

Varianta îmbunătăţită, hibridă, a desulfurării prompte, varianta tip LIFAC, are şi o a doua treaptă de desulfurare, semiuscată de această dată şi postcombustie. Desulfurarea în a doua treaptă se bazează pe reactivitatea mare a hidroxidului de calciu ce se formează din CaO purtat de gazele parţial

* m în condiţii normale de temperatură şi presiune

desulfurate în focar şi apa pulverizată într-un reactor de activare intercalat pe traseul gazelor de ardere. Randamentul global de desulfurare poate trece de 80 % în situaţia în care creşte gradul de utilizare al reactivului, raportul molar Ca/S putînd fi scăzut de la 3,5 la 1,7 [7].

Avantajele procedeului tip LIFAC sînt următoarele:

- randamentul de desulfurare de pînă la 80 %;
- reactiv ieftin, uşor de procurat, netoxic, ce nu ridică probleme speciale la manipulare şi depozitare;
- produs final uscat cu grad redus de periculozitate pentru mediu;
- consum mic de apă;
- din proces nu rezultă ape uzate sau şlam;
- consum mic de energie electrică.

Dezavantajele procedeului sînt:

- între FAR şi electrofiltru trebuie amplasate două utilaje cu dimensiuni mari mari: un schimbător de căldură gaze neepurate/gaze epurate ce să asigure scăderea temperaturii gazelor de ardere înainte de intrarea în reactor la 130°C şi reîncălzirea gazelor desulfurate şi desprăfuite la minimum 105°C pentru a putea fi evacuate la coş şi un reactor de activare ce să asigure un timp de reacţie de minimum 10 secunde gazelor de ardere pentru ca desulfurarea în fază umedă să poată avea loc;
- gazele de ardere desulfurate şi prăfoase au la intrarea în electrofiltru o temperatură de maximum 85°C şi sînt umede;
- rezistivitatea cenuşii amestecate cu produşii de desulfurare şi reactivul neconsumat este mai mare decît cea a cenuşii originale, separarea sa în electrofiltru ridicînd deci probleme;
- evacuarea cenuşii din buncărele electrofiltrelor trebuie făcută pneumatic, întrucît contactul cu apa este de evitat (se produc cimentări ale cenuşii).

Investiţia pentru o instalaţie LIFAC este între 1/5 şi 1/3 din costul unei WS de aceeaşi capacitate. Cheltuielile de exploatare se ridică la 0,4 - 1 Pf/kWh, iar consumul de energie electrică poate ajunge la 10 kWh/MW electric produs [12].

Procedeul LIFAC a fost dezvoltat de firma finlandeză Tampella Oy şi aplicat iniţial în Finlanda. În momentul de faţă există instalaţii de acest tip în mai multe ţări şi pe mai multe continente, atît la cazane pe cărbune şi turbă, cît şi pe păcură.

Cel mai utilizat procedeu de desulfurare a gazelor de ardere - dovadă că peste 80 % din capacitatea instalată în lume este după acest procedeu - este **scrubbingul cu suspensie de calcar, WS**, tehnologie care are perspectiva de a fi extinsă şi în viitor [8, 12]. Investiţia pentru o instalaţie WS ataşată unui cazan nou reprezintă 12 % din investiţia totală. În cazul ataşării instalaţiei de desulfurare prin retrofit, investiţia creşte cu 30 %, ajungînd să reprezinte 15 % din investiţia iniţială a centralei [8, 12, 13, 14].

WS cu suspensie de calcar este o tehnologie dezvoltată într-o multitudine de variante, unele ajunse la perfecţiune, randamentele realizabile depăşind 99 % la consum stoechiometric de calcar [15, 16, 17], iar ghipsul rezultat ca produs al desulfurării fiind de calitate excepţională (superioară celei a ghipsului de carieră).

Avantajele procedeului WS sînt următoarele:

- procesul tehnologic este condus de calculatoare de proces, personalul aferent instalaţiei de desulfurare puţin numeros;
- reactivul este ieftin, uşor de procurat, dată fiind răspîndirea calcarelor, netoxic, nehigroscopic şi uşor de manipulant;
- produs final valorificabil;
- consum minim de reactivi;
- instalaţia în totalitatea ei are o capacitate mare de tamponare a variaţiilor de debit de gaze de ardere şi de concentraţie de bioxid de sulf [18].

Dezavantajele procedeului WS sînt următoarele:

- este necesar un spaţiu liber disponibil considerabil pentru amplasarea instalaţiei (mai ales a anexelor de epurare-recuperare ape);
- trebuie vehiculate debite mari de suspensii;
- consum de energie electrică de 15 - 25 kWh/MW electric produs;
- necesitatea utilizării în construcţia scrubberului şi a canalelor de gaze a materialelor rezistente la eroziune şi coroziune (oţel inox, acoperiri cu răşini sau cauciuc etc.);
- necesitatea reîncălzirii gazelor de ardere desulfurate de la 55°C la minimum 95 - 105°C înainte de evacuarea lor la coş;
- necesitatea găsirii unei utilizări, ghipsului (pentru a nu deveni deşeu care se haldează).

În **Germania**, WS este cel mai utilizat procedeu de desulfurare. Investiţia pentru o instalaţie WS aferentă unui grup nou de 425 MW electrici, asigurînd o reducere cu 85 % a emisiei de SO_2 a fost de 320 DM/kW instalat [18].

În **Polonia**, la centrala Kozierce, avînd opt grupuri de 200 MW electrici, investiţia pentru instalaţia WS a fost estimată la 125 - 150 US $/kW instalat. Preţul relativ mic şi avantajele pe care le prezintă tehnologia au făcut ca Polonia să opteze pentru această tehnologie oferită de Olanda la mai multe din termocentralele sale, şi anume: Opole- 6 grupuri de 300 MW electrici, Jaworzno III - două grupuri 200 MW electrici, Bechatlow - 12 grupuri de 360 MW electrici (la 4 dintre ele). U.S. Authority sponsorizează o instalaţie WS la un grup de 50 MW electrici la centrala Skawina [9].

În **Italia**, estimarea făcută asupra investiţiei necesare pentru o instalaţie WS la o centrală avînd patru grupuri de 660 MW electrici a dus la valoarea de 200 US$/kW instalat, pentru cazul unui cărbune cu 1 % S [11].

În **Cehia**, la termocentrala Smetin, în cazul cazanelor vechi pe cărbune sulfuros (concentraţia bioxidului de sulf în gazele de ardere depăşind 50000 mg/m^3*, dintr-un studiu tehnico-economic a reieşit mai ieftină soluţia modernizării cazanelor şi a trecerii lor pe huilă decît ataşarea unor instalaţii WS. Aceasta pentru că este vorba de grupuri mici: 2x10,5 MW electrici şi 2x25 MW electrici. Investiţia pentru instalaţia WS a fost estimată la 1309 DM/kW instalat [2].

În cazul unei centrale ce funcţionează în regim de termoficare, în **Germania**, investiţia pentru o instalaţie WS ataşată prin retrofit a fost de 156·10^6 DM (ea serveşte două grupuri, de 152,7 şi 137 MW electrici ce funcţionează în regim de condensaţie şi două grupuri, de 126 şi respectiv 104 MW, ce funcţionează în regim de termoficare) [17].

Danemarca intenţionează să instaleze WS la cazanele care ard cărbuni cu peste 2,5 % S. În prezent în Danemarca există în funcţiune cinci instalaţii de desulfurare, după trei tehnologii: WS, spray dry clasic şi SONOX [4].

Cheltuielile de exploatare ale instalaţiei WS sînt în **Italia** [7] estimate la 0,8 cenţi US$/kWh, cînd cărbunele ars are 1 % S, iar instalaţia WS serveşte un grup de 660 MW electrici. În **Germania** ele se ridică la 1,6 - 1,9 D Pf/kWh (cînd instalaţia funcţionează la sarcină nominală 4000 - 4500 h/an) [18], după alţi autori[12] la 1,6 - 2,6 D Pf/kWh (cînd conţinutul de S din cărbune este 1 %) sau la 2 D Pf/kWh [14].

În **Statele Unite** principala tehnologie de desulfurare a gazelor de ardere utilizată este WS [19], dar se acordă o atenţie deosebită şi altor tehnologii în perspectiva restrîngerii cererii de ghips pe piaţă. Tehnologia WS ar deveni într-o asemenea situaţie un procedeu scump cu formare de deşeu (în prezent este procedeu ieftin cu formare de produse utile).

Tehnologia semiuscată Spray Absorption, SDA, constă în stropirea în curentul de gaze de ardere sulfuroase fierbinţi a unei suspensii apoase de reactiv alcalin sub forma unei ploi fine. Căldura gazelor de ardere permite uscarea produsului de reacţie, astfel încît din desulfurare rezultă o pudră uscată ce poate fi separată într-un filtru cu saci sau într-un electrofiltru. Tehnologia SDA este utilizată în varianta sa originală cu suspensie de hidroxid de calciu şi turn de uscare-absorbţie, de exemplu, în Danemarca, Austria, Suedia, Germania, Japonia, Statele Unite etc., dar încep să fie preferate variante care sînt mai performante şi care au modificate faţă de tehnologia originală reactivul, modul de introducere al acestuia în curentul de gaze sau incinta de reacţie.

În Statele Unite se fac cercetări intensive la Tennessee Valley Authority pentru optimizarea conţinutului de cloruri din gazele de ardere în scopul ridicării randamentului de desulfurare la peste 90 % la un raport Ca/S molar de 1,3 (temperatura gazelor de ardere la ieşirea din reactor cu 12° C peste temperatura punctului de rouă al umezelii) [19].

La Centrul Naţional de Cercetări pentru Emisii al TVA se desfăşoară cercetări comune americano-daneze (TVA cu FLS Miljo a/S) pentru dezvoltarea unei variante de SDA numită "Gas Suspension Absorption", capabilă să realizeze randamente de 99,8 % [19]. Pilotul pe care se fac testele este ataşat unui grup de 10 MW electrici.

În **Italia**, ENEL caută optimizarea variantei clasice a SDA pentru cazul particular al cărbunilor italieni. Experimentările se fac la centrala Sulcis din Sardinia [8].

Danemarca rămîne fidelă variantei clasice de SDA, pe cînd **China** caută să-şi dezvolte o variantă proprie [7].

În **România**, ICEMENERG-LPPM a pus la punct, încă în anii'80, o variantă românească a SDA, utilizînd un turn tip Niro cu admisie dublă de gaze de ardere şi disc atomizor unic de plafon. Cu toată calitatea nesatisfăcătoare a varului hidratat utilizat, randamentele de desulfurare au depăşit 80 % la un molar Ca/S=1,41. Experimentările s-au făcut atît pe gaze de ardere de la cazane pe păcură (CET Bucureşti Sud), cît şi pe gaze de ardere de la cazane pe lignit (GIR 10, CTZ Bragadiru).

Investiţiile pentru o instalaţie de desulfurare SDA în cazul ataşării ei la un cazan deja în funcţiune sînt de 330 DM/kW instalat; cheltuielile de exploatare 0,5 DPf/kWh; cînd se funcţionează 2000 - 300 h/an la sarcina nominală, randamentul de desulfurare fiind de 90 % [18] **(Germania).**

În cazul tehnologiei DSA cresc costurile de exploatare cu 3 % ca urmare a cheltuielilor de depozitare a deşeurilor [12]. O creştere cu 10 % a conţinutului de sulf din cărbune va produce o creştere cu 4 % a costului desulfurării [12].

Polonia, nedispunînd de var de bună calitate, nu şi-a propus să utilizeze procedeul SDA pentru desulfurarea gazelor de ardere de la termocentralele sale [9].

În **Japonia,** sînt în curs experimentări în fază industrială, pentru optimizarea reactivului utilizat în SDA. Noul reactiv, numit LILAC, este constituit din cenuşă zburătoare şi hidroxid de calciu, ambele activate. LILAC permite realizarea unor randamente de desulfurare de 90 % chiar şi în cazul unor gaze de ardere foarte sulfuroase [19].

Investiţia pentru o instalaţie SDA cu LILAC este cu 20 - 30 % mai mică decît cea pentru WS, dar cu 10 - 20 % mai mare decît cea de la SDA clasic [19].

La termocentralele unde desulfurarea gazelor de ardere se face cu tehnologia SDA din costul total de producere a energiei electrice 6 - 12 % este datorat costului desulfurării [12]. Consumul propriu de energie electrică al instalaţiei SDA este de 5 - 15 kWh/MW electric produs [12].

Avantajele procedeului SDA sînt următoarele:

- exploatare extrem de simplă a instalaţiei;
- capacitate mare de tamponare a variaţiilor de debit şi de flux masic de bioxid de sulf;
- echipamente puţine în linia tehnologică;
- consum mic de apă;
- nu rezultă ape uzate;
- produs final uscat;
- randamente ridicate de desulfurare la consum relativ mic de reactivi.

Dezavantajele procedeului SDA sînt:

- gabarit mare al turnului de uscare absorbţie (timpul de staţionare a gazelor de ardere fiind între 7,5 şi 12 s);
- este necesar un reactiv de foarte bună calitate (înalt reactiv);
- produsul final este deşeu;
- gazele de ardere desulfurate şi desprăfuite trebuie reîncălzite înainte de evacuarea lor la coş.

Tehnologia de desulfurare Wellman-Lord, ce asigură atingerea unor randamente de desulfurare de peste 98 %, este una dintre cele mai sofisticate tehnologii neproducătoare de deşeuri, adoptată însă arareori în Europa şi în Statele Unite la termocentrale. Este utilizată cu predilecţie la desulfurarea gazelor uzate de la rafinării (în Statele Unite). Motivul pentru care ea nu a fost promovată este acela că investiţia pe care o necesită este foarte ridicată şi exploatarea instalaţiei de desulfurare-adevărată uzină chimică-cere un personal numeros şi înalt calificat.

În **Japonia**, tehnologia Wellman-Lord a fost găsită optimă pentru desulfurarea gazelor de la termocentrala Kawasaki (grupurile 3 şi 4 de 75 şi 125 MW electrici) ce funcţionează pe combustibil lichid cu conţinut mic de sulf. Investiţia pentru instalaţia de desulfurare a reprezentat 48 % din investiţia centralei, ea ridicîndu-se, surprinzător la numai $3{,}522 \cdot 10^9$ yeni. Costul desulfurării reprezintă 5,8 % din costul total al producerii energiei electrice [6].

În **Italia**, ENEL testează, comparativ cu alte tehnologii de desulfurare, şi tehnologia Wellman-Lord la termocentrala Sulcis din Sardinia [8], pentru cazul particular al cărbunilor autohtoni.

Avantajele procedeului Wellman-Lord sînt:

- randamentul de desulfurare de peste 98 %;
- din desulfurare pot rezulta: sulf elementar, acid sulfuric;
- se pot desulfura gazele de ardere provenite de la orice tip de combustibil, oricît de sulfuros;
- nu rezultă deşeuri.

Dezavantajele procedeului sînt:

- investiţie foarte ridicată, dată fiind complexitatea instalaţiei;
- cheltuieli ridicate de exploatare;
- control riguros al procesului;
- personal numeros şi înalt calificat.

Pe lîngă tehnologiile enumerate mai sus, devenite clasice la desulfurarea gazelor de ardere de la termocentrale, la Hamburg au fost prezentate date asupra unor tehnologii mai rar utilizate sau asupra unor variante noi ale unor tehnologii de mult abandonate, ca de exemplu, tehnologia ELSORB, norvegiană, cu perspective de a fi utilizată în **Cehia** [20]. Metoda se bazează pe absorbţia în soluţii fosfatice a bioxidului de sulf, apoi desorbţia sa şi valorificarea ca S sau acid sulfuric. Pentru estimarea investiţiei s-a făcut apel la Environmental Protection Research Institute din Statele Unite şi cifra făcută publică pentru cazul unui grup de 300 MW electrici ce arde cărbune cu 2,6 % S este următoarea:

investiţia : 200 - 250 US$/kW instalat.

Metoda cu fosfat a fost abordată la scară pilot şi în **China** [7] şi în **România** .

În **Polonia** se află încă în faza de testări o metodă de epurare (desulfurare şi deNO_x -are) numită "electron beam", ce utilizează electroni accelerati pentru favorizarea epurării cu amoniac a gazelor de ardere [9]. Deşi începută de mai multă vreme, testarea nu s-a finalizat, urmînd să mai treacă o vreme pînă ea va deveni aplicabilă practic; astfel, în 1994, **Polonia** şi **Germania** îşi propun realizarea unei instalaţii pilot pentru 150 000 m^{3*}/h cu 800 kW ce accelerează electronii (1 MW energie absorbită); costul pilotului este de $30 \cdot 10^6$ DM [22].

Această tehnologie este în curs de experimentare şi în **România**, în fază micropilot, la CET Bucureşti Sud, de către "Electrostatica" S.A.

Ungaria se mulţumeşte pentru moment cu schimbarea combustibilului pentru a-şi respecta angajamentul de reducere a emisiei naţionale de SO_2 (cu 30 %), dar are în vedere introducerea desulfurării gazelor de ardere, tehnologiile urmînd să şi le aleagă pe parcurs [10].

China este în căutarea tehnologiilor optime pentru termocentralele sale, care sînt extrem de diferite unele de altele, ca şi combustibilii lor de altfel [7].

Concluzii

După analizarea celor peste 20 de lucrări, putem concluziona următoarele:

1. Desulfurarea prin scrubbing cu suspensie de calcar este în prezent şi va fi în viitorul apropiat, cea mai utilizată tehnologie de desulfurare, ce poate garanta, la consum stoechiometric de reactiv, randamente de desulfurare de peste 98 %.

2. Piaţa ghipsului nu dă semne de saturare, există în continuare posibilitatea comercializării ghipsului pentru fabricarea de pereţi pentru interioare, panouri prefabricate, placări etc.

3. Spray-Dry Absorption este un procedeu ce mai are un potenţial de perfecţionare şi devine tot mai

competitiv prin creşterea randamentului de desulfurare odată cu scăderea raportului molar Ca/S.

4. Procedeele derivate din SDA, mai ales cele "in duct scrubbing" şi cele cu reactivi activaţi pe bază de cenuşă zburătoare au o mare perspectivă de extindere (procedeul LILAC, ADVACATE, ARA etc.).

5. Desulfurarea promptă este aplicată ca "soluţie optimă" la cazanele mici sau la cele cu perspectivă limitată de viaţă şi ca "soluţie de necesitate" în cazuri extreme (lipsă de spaţiu).

6. Investiţia şi cheltuielile de exploatare, mici, ale tehnologiei prompte cu calcar o fac atractivă în cazul mai ales al cărbunilor cu conţinut mic de sulf.

7. Procedeul LIFAC tinde să se universalizeze, datorită potenţialului său de perfecţionare şi randamentului ridicat pe care îl poate asigura.

8. Cu toate acestea sînt preferate tot mai mult procedeele de desulfurare din care să nu rezulte deşeuri ce trebuie haldate.

9. Soluţia ideală pentru reducerea impactului termocentralelor asupra mediului este utilizarea unor combustibili cu conţinut cit mai mic de sulf.

10. În cazul ataşării unei instalaţii de desulfurare la un cazan aflat deja în funcţiune investiţia pentru instalaţia de desulfurare este cu 30 % mai mare decît în cazul unui cazan nou.

11. Investiţia pentru o instalaţie de desulfurare variază în limite largi, de la ţară la ţară, de la continent la continent, dar, de regulă, ca este:

- la desulfurarea promptă (injecţie în focar): 1/10 din cea de la WS;
- la LIFAC: 1/5 - 1/3 din cea de la WS;
- la SDA: 65 % din cea de la WS;
- la WS (instalaţie ataşată unui cazan nou): 12 % din investiţia termocentralei noi (1 cazan);
- la WS (cazan vechi): 15 % din investiţia totală a termocentralei noi (1 cazan).

12. Cheltuielile de exploatare ale instalaţiei de desulfurare reprezintă 8 - 14 % din costul total de producere a energiei electrice în cazul WS şi 6 - 12 % în cazul SDA.

13. Este la latitudinea fiecărei ţări să îşi construiască strategia sa energetică, de combustibili şi de mediu şi în consecinţă, funcţie de interesele sale naţionale, de conjunctura internă şi internaţională, dar ţinînd cont de obligaţiile internaţionale de protecţia mediului pe care şi le-a asumat, să-şi stabilească calea de urmat în privinţa desulfurării gazelor de ardere de la termocentrale şi a reducerii cu 30 % a emisiilor de SO_2. În orice caz, experienţa altor ţări nu poate să-i fie decît utilă şi este o şansă să se poată împărtăşi din ea.

BIBLIOGRAFIE

[1] Varfalvy, L. *Involvment of Hydro Quebec in North American Control Programmes for the Reduction of Sulphur Dioxide-SO_2 -and Nitrogen Oxide-NO_x - Emissions*, Conference on Thermal Power Generation & The Environment, Hamburg, 1 - 3 sept. 1993 (CTPGE);

[2] Starup, A. *A Study of Solutions to Emission Abatement at the Industrial Co-generation Plant Smetin*, Czech Republic, CTPGE, Hamburg, 1 - 3 sept. 1993

[3] Ataman, E., Poenaru, G., Ene. I., Radu, N. *The Place of Limestone FGD in RENEL'S Environmental Stragegy, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993*

[4] Borre Eriksen, P. *A Method for Economically Optimal Reduction of SO_2/NO_x Emissions from Power Plants*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[5] Marcille, R. *Electricité de France's plan of Action to Control and Reduce Atmospheric Emissions*, CTPGE, 1 - 3 sep. 93, Hamburg

[6] Ueda, H., et all. *Progress of SO_x and NO_x Reduction and Cost of Treatment at Kawasaki Thermal Power Station*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[7] Ju-Gen, G. *Emission Control in Coal Fired Power Plants in China*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[8] Pastorino, G., *ENEL's Activity for Reducing the Emission of Pollutantes in the Flue Gases from Thermal Power Stations:Programs and Techonologies*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[9] Rakowski, J. *Emission Reduction from Polish Utility Coal Fired Power Plants*, Status and Prospects, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[10] Istvan, B. *New Concept and Development Strategy for the Expansion of the Power Plant System*, CTPGE, 1 - 3 spet. 1993, Hamburg

[11] Bellagamba, B. et all. *SO_2 Reduction by Sorbent Injection at Bastardo 75 MW a Power Unit*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[12] Holschumacher, R. et all. *The Use of Advanced SO_2 and NO_x Emission Control Technologies at Large Power Stations in European OECD Countries*, CTPGE, 1 - 3 sept, 1993, Hamburg

[13] Cofala, J. et all. *Achieving SO_2/NO_x Emission Standards in Polish Power Sector-Cost of Emission Reduction*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[14] Reese, O. et all., *The Impact of Environmental Protection Measures in Power Plants upon Availability and Electricity Production Coste*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[15] Dietl, R. et all., *Operating Experience with Slurry Tree Operation with Step Free Reheat of the FGD Systems in Bayerwerk AG's Schwandorf Power Station*, CTPGE, 1 - 2 sept. 1993, Hamburg

[16] Chan, K. et all. *Operation Results of the Advanced FGD Systems for 1000 MW Coal Fired Boiler*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[17] Ambs, E. et all., *Conversion of a Condensing Power Plant for the Production of District Heating, Taking intro Account of Measures Relating to the Environment and the Extension of Plant Operating Liferime*. CTPGE, 1 - 3 sept, 1993, Hamburg

[18] Strauss, J.H., *Long Term Experience with Flue Gas Desulphurization and NO_x Reduction at Neckarwerke Elektrizitätsversorgnungs AG*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[19] Norwood, V. M. et all. *An Overview of Demonstration Project at TVA's National Center for Emission Rearch*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[20] Ishizuka, T. et all. *Advanced Flue Gas Treatmant System using LILAC Absorbent prepared fron Flyash*, CTPGE, 1 - 3 sept. 1993 Hamburg

[21] Vaida, V., Ţuţuianu, O., Anghel, M., *Aspects regarding CO_2 Emissions from the Romanian Power Generation and District Heating Sector*. CTPGE, 1 - 3 sept. 1993, Hamburg

[22] xxx *Traitment par ionisation des fumées SO_2 et NO_x*, Electricité et Environnement "Pollutec 1992", Lyon 1992

chim. ELEONORA ATAMAN - ICEMENERG
ing. ION ENE - RENEL
ing. OVIDIU ŢUŢUIANU - RENEL

Din energetica mondială

Guvernul federal rus acceptă finanţări pentru eficienţa energetică în condiţiile recomandărilor ONU/CEE

Prin decizia din 5 aprilie 1993, primul ministru al Federaţiei Ruse a acceptat prima zonă de demonstraţie a eficienţei energetice în Moscova, din cadrul proiectului ONU/CEE Eficienţa Energetică 2000 . Prin aceasta se stabileşte rambursarea investiţiilor efectuate de ţările din Vest prin exploatarea a 50 % din energia primară economisită în cadrul aplicării măsurilor de ridicarea eficienţei energetice din zona respectivă, conform reglementărilor ONU - comisia economică pentru Europa.

Intenţia este ca în funcţie de experiment, acţiunea să conducă la folosirea pe scară naţională a măsurilor dovedite eficace la scară largă.

Valoarea economiei de energie, care poate fi însemnată, urmează a fi certificată de o a treia parte, independentă.

Un proiect de tip zonă de domonstraţie poate fi introdus la scara unui oraş, a unei întreprinderi, sau a unui cartier şi chiar a unui spaţiu limitat în care se află condiţii favorabile de economisire a energiei în multiple direcţii. El urmează să stimuleze iniţiative şi acţiuni vizînd obţinerea eficienţei energetice în condiţii de piaţă.

Aceste condiţii speciale se vor aplica numai la zone desemnate de ONU/CEE şi se vor realiza sub auspiciile acestui for. Alte organizaţii internaţionale, întreprinderi economice şi programe de asistenţă tehnică bilaterală au fost invitate să participe la acest proiect.

Scopul acţiunii este de a demonstra la scara unui oraş efectul combinat al tehnologiilor, politicii de taxare a energiei, a aplicării unei structuri de tarife favorabile, funcţionarea serviciilor de consultanţă, a campaniilor de informare, a măsurării energiei folosite, a urmării şi controlului consumului de energie, a analizelor şi studiilor energetice de caz, a stimulării prin sistemul de impozitare,precum şi dobîndirea de experienţă în sponsorizarea şi finanţarea prin scheme de credite avantajoase garantate de stat. Ea urmăreşte, de asemenea să evidenţieze modul de funcţionare a asistenţei tehnice internaţionale şi a progresului de dezvoltare a comerţului.

Efectul final ce urmează a fi obţinut este folosirea unor cantităţi de energie mai reduse la clădirile aflate în zona de demonstraţie şi la o ridicare a condiţiilor de viteză şi confort.

Programul de măsuri în domeniul conservării energiei stabilit de guvernul Federal Rus este prevăzut să intre în acţiune în a doua jumătate a anului 1993 şi se bazează pe alocaţii importante de la bugetul de stat. În prezent se execută şi studii de fezabilitate în două alte oraşe ruse, Reustovo şi Istra şi se are în vedere că prin aplicarea intensivă a măsurilor de eficienţă se va reduce consumul anual de energie şi combustibil în aceste oraşe cu zeci de mii de tone echivalent petrol anual.

Secretariatul ONU/CEE a primit şi alte propuneri de zone de demonstraţie a eficienţei energetice, pe lîngă menţionata acţiune la Moscova. La nivelul mijlocului anului 1993 acestea erau zonele Aitas şi Gabrovo (Bulgaria), peninsula Istria (Croaţia), regiunea Ceska Lipa (Republica Cehă), precum şi oraşele Tallin (Estonia), Pecs (Ungaria), La Valleta (Malta), Cracovia şi Varşovia (Polonia), Deva, Bratislava (Republica Slovacă), Liubliana (Slovenia), Kiev şi Luov (Ucraina).

Informaţii preluate din comunicarea de presă ECE/ENE/4 din aprilie 1993

Prof .dr. ing. COSTIN ST. MOŢOIU

PROIECTAREA CAPTĂRILOR ŞI DECANTOARELOR

Lucrarea abordează proiectarea de captări şi decantoare pentru centrale hidroelectrice şi sisteme de irigaţii. Autorul prezintă diverse metode de proiectare a acestor structuri de captare.

The peper deals with the design of intakes and settling basins for hydro-power and irrigation systems. The author presents different methods for designing these intake structures.

S. l. dr. ing. MÂNDREA LUCIAN*

Descriptori: hidroelectrice, captări, decantoare

Introducere

Pentru fiecare structură de captare realizată pe cursul unui rîu, trebuie luate măsuri de prevenire a trecerii sedimentelor prin interiorul acesteia. Oricît de perfecţionată ar fi captarea respectivă, în interiorul ei pătrunde o cantitate de sedimente, care trebuie îndepărtată apoi prin diverse mijloace.

În cazul centralelor hidroelectrice, al captărilor de apă în general, *este necesară depunerea particulelor mai mari* decît un diametru predeterminat, considerînd că materialul solid mai fin *nu reprezintă un pericol pentru instalaţii.*

Se analizează în continuare bazinele de decantare pentru hidrocentrale şi sisteme de irigaţii.

În cazul hidrocentralelor, o importanţă deosebită o au particulele de nisip fine şi ascuţite care produc eroziuni rapide ale părţilor metalice ale amenajărilor. Apa care curge cu viteză mare şi care poartă sedimente mai mari, poate afecta canalul aferent amenajărilor hidroelectrice sau canalele de irigaţii. O bună proiectare a sistemelor de captare poate elimina aceste inconveniente.

Bazinul de decantare

Pentru a preveni trecerea sedimentelor printr-o captare se folosesc diverse tehnici. Una dintre acestea este construirea unui bazin de decantare la intrarea captărilor. Se utilizează, de obicei, cînd conţinutul de sedimente depăşeşte 0,5 kg/m^3 sau cînd contribuţia fracţiilor dăunătoare pentru turbine este mai mare de 0,2 kg/m^3 . Particulele abrazive, precum şi cuarţul mai mare de 0,25 mm constituie o serioasă ameninţare.

Mărimea limită a particulelor care pot trece prin amenajare este dependentă de căderea amenajării (tabelul 1).

Cînd căderea depăşeşte 500 m este necesar să se depună toate particulele mai mari de 0,2 mm şi în unele cazuri chiar cele mai mari de 0,1 mm. Deteriorarea echipamentului mecanic poate fi prevenită în cazul căderilor de cîteva sute de metri doar prin reţinerea tuturor particulelor mai mari sau egale cu 0,01 mm din apă. Limita minimă este considerată critică dacă sedimentul include particule colţuroase şi ascuţite de cuarţ. În asemenea cazuri, proiectarea bazinelor de decantare este o problemă foarte dificilă.

Tabelul 1

Căderea amenajării	Mărimea limită a particulei
80 - 100 m	Depunerea nu este totdeauna necesară
100 - 200 m	0,6 mm
200 - 300 m	0,5 mm
300 - 500 m	0,3 mm
500 - 1000 m	0,1 mm

Proiectarea bazinelor de decantare

Bazinele rectangulare şi circulare, cu sau fără suprafaţă liberă sînt cele mai frecvent folosite la hidrocentrale şi instalaţii de irigare. Bazinul rectangular constă din mai multe celule longitudinale care dau avantajul unei curgeri uniforme. Se deosebesc bazine *cu spălare intermitentă* sau *spălare continuă* a sedimentelor. Curăţarea se poate face şi mecanic, combinată eventual cu procedeele de spălare. O deosebită importanţă prezintă realizarea unei curgeri cît mai

* Universitatea "Politehnica" Bucureşti

uniforme şi deci proiectarea intrării în bazin este foarte importantă. Trebuie evitată amplasarea canalelor curbe înaintea bazinului, deoarece pot produce curenţi secundari şi formarea de vîrtejuri. Dispozitivele folosite pentru crearea unei *distribuţii uniforme a vitezei* în bazin trebuie testate iniţial în laborator.

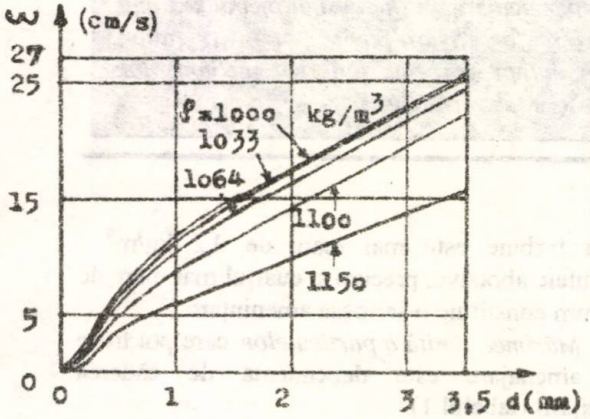


Fig. 1. Mărimea hidraulică funcţie de diametrul particulei.

Proiectarea bazinului de decantare exercită influenţă atît asupra distribuţiei de viteze, cît şi asupra depunerilor de particule în bazin. De exemplu, în bazine puţin adînci, depunerea particulelor apare la distanţe mici de intrare. În această situaţie bazinul se umple în perioade scurte de timp, lucru care nu este de dorit. *Adîncimea curgerii trebuie aleasă, deci, într-un anumit interval.* Trebuie evitată amplasarea stavilelor înalte, care produc vîrtejuri cu ax orizontal şi vertical şi care reduc lungimea efectivă a bazinului.

În bazinele de construcţie mai veche, viteza de trecere de 0,2 - 0,3 m/s poate fi realizată utilizînd *bazine cu secţiune tranversală mare* şi tranziţia de la canal era deseori prea abruptă. În aceste bazine se poate observa un curent central cu viteze mari printre spaţii moarte şi vîrtejuri, în loc de o curgere cu viteze reduse pe întreaga secţiune transversală, conform proiectului. Acest fenomen numit *scurtcircuit hidraulic* este evitat astăzi prin *proiectarea bazinelor după metoda celei mai mari viteze medii de trecere prin bazin, de 0,4 şi 0,6 m/s.*

Se aplică frecvent aşa-numitul sistem de curgere orizontală pentru instalaţii energetice şi sisteme de irigaţii. Dimensiunile bazinului de decantare pot fi determinate prin două metode:

1. *Metoda clasică.* Se neglijează efectele curgerii turbulente în primă aproximaţie. Se scriu trei relaţii de bază pentru determinarea înălţimii h, lungimii L şi lăţimii b a bazinului. Debitul care trece prin bazin este:

$$Q = bhv \ [m^3/s] \quad (1)$$

Timpul de depunere este dat de:

$$t = h/\omega \ [s]. \quad (2)$$

Lungimea bazinului trebuie aleasă astfel încît particulele solide ar trebui să ajungă la sfîrşitul bazinului după un interval de timp mai lung decît *timpul de depunere.* Cu alte cuvinte, *perioada de reţinere* nu trebuie să fie mai scurtă decît timpul de depunere.

Cea mai mică lungime a bazinului este astfel :

$$L = vt \ [m]. \quad (3)$$

Eliminînd timpul din ultimele două ecuaţii se obţine în final sistemul :

$$Q = bhv$$

$$L\omega = hv \quad (4)$$

Patru dintre mărimi trebuie cunoscute. Debitul poate fi considerat totdeauna cunoscut. ω poate fi calculată sau determinată experimental (fig.1) [1]. Cea mai mare viteză de trecere permisă trebuie specificată, de asemenea, pentru a nu permite particulelor odată depuse să fie antrenate din nou. Valoarea vitezei de curgere nu trebuie să depăşească această limită. Dimensiuni excesive determinate cu viteză scăzută ar conduce din nou la un proiect neeconomic. Viteza mai mare tinde să antreneze materialul depus pe fund, care poate ajunge din nou în suspensie. Această limită a vitezei poate fi considerată de fapt egală cu *viteza critică* întîlnită în teoria transportului de sedimente. Valorile calculate în tabelul 2 sînt completate de relaţia lui T.R. Camp [1].

Tabelul 2

Materialul	Diametrul particulei d [mm]	Maximul vitezei medii, V_s, pentru $h = 1$ m [m/s]
Pietriş foarte grosier	200 - 150	3,9 - 3,7
	150 - 100	3,7 - 3,4
Pietriş grosier	100 - 75	3,4 - 2,4
	75 - 50	2,4 - 1,9
	50 - 25	1,9 - 1,4
	25 - 15	1,4 - 1,2
	15 - 10	1,2 - 1,0
	10 - 5	1,0 - 0,8
Pietriş	5 - 2	0,8 - 0,6
Nisip grosier	2 - 0,5	0,6 - 0,4
Nisip fin	0,5 - 0,1	0,4 - 0,25
Nisip foarte fin	0,1 - 0,02	0,25 - 0,30
Praf	0,02 - 0,002	0,2 - 0,15

Coeficientul de corecţie pentru formula $v = \alpha v_1$ este dat în tabelul 3.

Tabelul 3

Adîncimea h [m]	Coeficientul de corecţie
0,3	0,8
0,6	0,9
1	1
1,5	1,1
2	1,15
2,5	1,2
3	1,25

După cum indică autorul, acestea pot fi aplicate la bazinele de decantare ale instalaţiilor energetice. După Camp, viteza critică este [1]:

$$v = a\sqrt{d} \text{ [cm/s]} \qquad (5)$$

unde d este diametrul particulei, în mm, şi a este o constantă:

$a = 36$ pentru $d > 1$ mm

$a = 44$ pentru $1 \text{ mm} > d > 0{,}1$ mm

$a = 51$ pentru $0{,}1 \text{ mm} > d$.

Astfel, în acord cu consideraţiile anterioare, a patra mărime ce trebuie precizată în prealabil este o dimensiune a bazinului. Deoarece bazine mai lungi sau mai largi pot fi construite la costuri mai mici decît cele adînci, *adîncimea minimă trebuie adoptată ca valoare cunoscută.* Aceasta ia valori în general *între 1,5 m şi 4 m*, cu viteze mai mici de *0,4 m/s - 0,6 m/s.*

Lăţimea se determină din prima ecuaţie, iar lungimea din a doua ecuaţie a sistemului (4).

Eliminarea lui v din ecuaţiile (1) şi (3) conduce la:

$$Qt = hbL, \qquad (6)$$

exprimînd condiţia că volumul de apă ce trece prin bazin este egal cu capacitatea bazinului de decantare.

O dimensionare mai bună a bazinului poate fi făcută considerînd *efectul de întîrziere a depunerilor cauzate de turbulenţă.* Utilizînd o *viteză de depunere mai mică* $\omega - \omega'$, ecuaţia a doua din (4) dă, în condiţii neschimbate, valori mai lungi pentru bazin. L. Levin a găsit valoarea reducerii vitezei de depunere ω' strîns legată de viteza de curgere:

$$\omega' = av \text{ [m/s]}, \qquad (7)$$

unde: a este dat de $a = 0{,}132/\sqrt{h}$; (8)

h - adîncimea apei, în m.

Rezultă:

$$L = \frac{hv}{\omega - av} = \frac{h^{3/2}v}{h^{1/2}\omega - 0{,}132\,v}. \qquad (9)$$

Un numitor negativ indică faptul că nu se poate obţine o depunere în condiţiile considerate. Din cele menţionate anterior reiese că *determinarea corectă a vitezei de depunere* constituie una din cele mai importante probleme pentru proiectarea bazinelor de decantare. Variaţiile acestei mărimi sînt foarte importante. De exemplu *viteza de depunere* la 0°C este, considerînd alte condiţii identice, doar 0,55 % din valoarea observată la 20°C.

2. Metode statistice

2.1. Metoda lui Velikanov. În cadrul acestei metode bazate pe calculul probabilităţilor, lungimea necesară pentru depunere în curgerea turbulentă se calculează cu ajutorul vitezei de depunere în apa în repaus şi a vitezei de trecere. Lungimea de depunere este:

$$L = \frac{\lambda^2 v^2 (\sqrt{h} - 0{,}2)^2}{7{,}51 \cdot \omega^2}, \text{[m]} \qquad (10)$$

unde λ depinde de variabila r. Valorile $\lambda = f(r)$ se obţin din figura 2. r exprimă raportul dintre concentraţia sedimentului depus şi concentraţia afluentă şi se determină cu relaţia:

$$r = 100 - 100\,(C_p/C) \quad [\%]$$

unde C_p este concentrată în apa limpezită (concentraţia admisibilă).

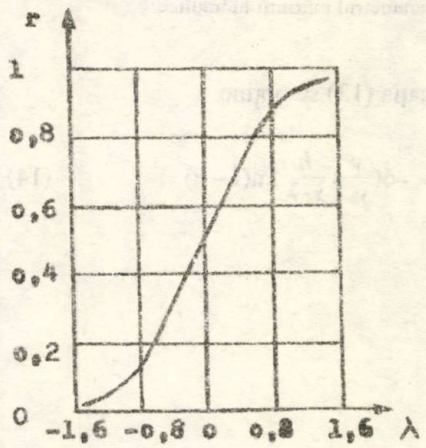


Fig.2. Raportul dintre cantitatea de sediment depusă şi cantitatea afluentă funcţie de coeficientul λ.

2.2. Metoda lui Sumer. Se exprimă valoarea r cu relaţia [2]:

$$r = \int_0^x f(X)\,dX = 1 - \exp(-\frac{\lambda}{\mu}X) \qquad (13)$$

în care X este lungimea de depunere adimensională: $X = \frac{x}{h}$, x - distanţa în direcţia curgerii, h - adîncimea curgerii, μ - viteza medie de curgere adimensională $\mu = \frac{\tau h}{D}$, unde $\bar{v}$ - valoarea medie a vitezei în secţiunea transversală, D - coeficient de difuzie turbulentă, λ - inversul timpului mediu de retenţie (fig.3).

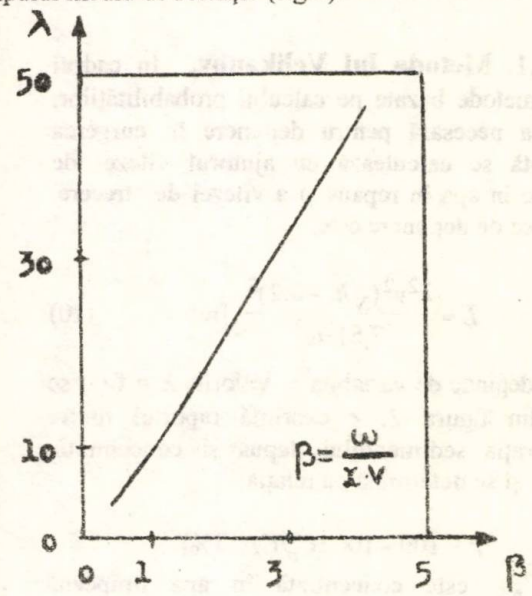


Fig.3. Inversul timpului de retenţie mediu funcţie de parametrul mărimii hidraulice.

Din ecuaţia (13) se obţine:

$$L = -6(\frac{\bar{v}}{v_*})\frac{h}{x \cdot \lambda} \ln(1 - r) \qquad (14)$$

în care v_* este viteza de frecare şi $x = 0{,}4$ constanta lui Karman. λ se poate determina din figura 3.

Distribuţia de viteze este practic diferită de cea determinată prin calcule. Uniformitatea distribuţiei de viteze pe secţiunea transversală curgerii se realizează numai după o anumită distanţă de la intrare, iar spre ieşire viteza creşte deoarece curgerea se contractă înainte de deversarea peste stavilă.

Ţinînd cont de expansiunea gradată şi în final de contracţia efectivă a secţiunii, lungimea de depunere ar trebui să crească pînă la o valoare indicată de consideraţiile teoretice sau de teste.

Dispunerea bazinelor de decantare

În cazul rîurilor de munte este deseori dificil să găseşti un loc convenabil pentru dispunerea bazinelor . Acesta trebuie construit paralel cu curentul principal şi lungimea lui trebuie să fie destul de mică, într-o anumită limită de toleranţă. Dacă în zonă pot apărea precipitaţii intense, trebuie luate precauţii împotriva spălării materialului solid de pe dealurile învecinate. Modelele bazinului de decantare trebuie să respecte similitudinea Froude. Numărul Re al modelului trebuie să fie suficient de ridicat, astfel încît cele mai mari vîrtejuri să nu mai fie afectate de vîscozitate. Modelul bazinului de decantare nu trebuie distorsionat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Camp, T.R *Sedimentation and the design of settling tanks.* In: Trans. ASCE, 111, 1946

[2] Sumer, B.M *Settlement of solid particles in open-channel flow.* In: J. Hyd.Div., Proc. ASCE, 103, No. HY 11,1977.

[3] Melone, A.M., Richadson, E. V., Simson, D.B. *Exclusion and Ejection of sediment from canals.* Dept. Civil Eng. Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado, 1975.

Referent de specialitate: dr. ing. Mihai Constantinescu - Hidroconstrucţia S.A. Bucureşti

(Primit la 25 octombrie 1993, acceptat la 4 martie 1994)

BASU, P. - **Fluidized Bed Boilers. Design and Application (Cazane cu ardere în strat fluidizat. Concepţie şi aplicaţii) - Pergamon Press, 1984, Toronto (Canada), 212 p, 81 fig., 23 tabele şi 319 referinţe bibliografice.**

La prima vedere, este neobişnuită recenzarea unei cărţi apărută în anul 1984. Există însă o motivaţie a acestei hotărîri.

În primul rînd, faptul că arderea în strat fluidizat constituie una din tehnologiile cele mai promiţătoare de conversie a cărbunelui (şi nu numai) este unanim recunoscut pe plan mondial. Aplicarea acesteia la cazanele de abur sau apă fierbinte prezintă un interes deosebit, ca urmare a cel puţin două avantaje importante: lipsa sensibilităţii faţă de calitatea cărbunelui şi capacitatea de a limita poluarea atmosferei. Drept urmare, se constată un interes crescînd din partea utilizatorilor de cazane funcţionînd cu cărbune ars în suspensie sau pe grătar faţă de cazanele cu ardere în strat fluidizat, care sînt considerate o alternativă viabilă atît în domeniul cazanelor energetice, cît şi în domeniul cazanelor industriale.

În al doilea rînd, cercetarea ştiinţifică, experienţa de proiectare şi construcţie, precum şi experienţa obţinută pe instalaţii pilot şi industriale au produs un volum imens de date insuficient corelate (şi chiar insuficient fundamentate), din care alegerea unora necesare este deosebit de dificilă. În plus, unele publicaţii tratează aspecte izolate, periferice sau particulare ale problematicii. Nu lipseşte nici influenţa negativă a unei reclame uneori subtil strecurate în materialele publicate.

Profesorul **dr. Prabir Basu** de la Universitatea Tehnică din Nova Scoţia, Halifax, Canada şi-a asumat sarcina de a coordona publicarea unei surse de informare care să acopere toate aspectele majore ale concepţiei şi exploatării cazanelor cu ardere în strat fluidizat. Rezultatul muncii sale este cartea recenzată. Ea este o operă colectivă, condensată în 212 pagini.

Cartea începe cu o **introducere** (P. Basu) care trece în revistă etapele principale ale concepţiei unui cazan cu ardere în strat fluidizat: calculul bilanţului masic, bilanţul termic, concepţia fluidizării, concepţia sistemului tubular imersat, concepţia componentelor.

Primul capitol, **Trecerea în revistă a cazanelor cu ardere în strat fluidizat** (Jer-Yu Shang - Universitatea West Virginia - S.U.A.), pune în evidenţă direcţiile principale ale dezvoltării noilor construcţii de cazane de abur, precum şi principalele probleme tehnice apărute şi modul în care au fost soluţionate (de exemplu, controlul randamentului arderii cărbunelui, reintroducerea cenuşii în stratul fluidizat, eroziunea componentelor din strat etc.).

Capitolul 2, **Hidrodinamica straturilor fluidizate cu gaz** (John R. Grace - University of British Columbia, Vancouver, Canada), sintetizează problemele legate de procesul de fluidizare, regimurile acestuia, amestecul substanţelor solide şi procesul de antrenare a fazei solide.

Capitolul 3, **Probleme termodinamice şi proiectarea cazanelor cu ardere în strat fluidizat** (Joseph R. Comparato - "Combustion Engineering", Windsor, Connecticut, S.U.A.), prezintă sugestii asupra alegerii între diferitele opţiuni care stau în faţa proiectantului unui cazan cu ardere în strat fluidizat.

Capitolul 4, **Proiectarea distribuitoarelor de gaz pentru cazanele cu ardere în strat fluidizat** (P. Basu), prezintă un algoritm de dimensionare a distribuitoarelor de gaz, ilustrat printr-un exemplu de dimensionare a unui distribuitor cu ajutaje.

Capitolul 5, **Transferul căldurii în focarele cu strat fluidizat** (Leon R. Glicksman - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, S.U.A.), explică mecanismul fizic al transferului căldurii către suprafeţele aflate în stratul fluidizat şi propune un model de calcul predictiv al transferului căldurii într-un focar cu strat fluidizat.

Capitolul 6, **Proiectarea focarului cu strat fluidizat** (D.L. Keairns, R.A Newby, N.H. Ulerich - Centrul de cercetări al firmei Westinghouse, Pittsburg, S.U.A.), cuprinde procedurile de calcul referitoare la obiectivele de performanţă: randamentul arderii şi reducerea conţinutului de substanţe poluante în gazele de ardere. Este prezentat un model matematic al procesului de

ardere susţinut de date experimentale. Se mai prezintă un model al procesului de absorbţie a sulfului.

Capitolul 7, **Limitarea poluării aerului ambiant de către focarele cu strat fluidizat atmosferic** (B.M. Gibbs şi E. Hampartsoumian - University of Leade - Marea Britanie), cuprinde o analiză a formării şi emisiei noxelor în şi din focarele cu ardere în strat fluidizat, precum şi metode pentru calculul preliminar al nivelurilor emisiilor de SO_x şi NO_x. În plus, sînt prezentate şi soluţii de reducere a nivelului concentraţiei poluanţilor, insistîndu-se asupra NO_x.

Capitolul 8, **Alegerea materialelor pentru sistemele de ardere în strat fluidizat** (John Stringer - Electric Power Research Institute, Palo Alto, S.U.A.), tratează problemele eroziunii şi coroziunii în componentele sistemelor de ardere în strat fluidizat. În paralel cu descrierea calitativă a proceselor care conduc la deteriorarea materialelor folosite pentru construcţia sistemelor de ardere în strat fluidizat, sînt prezentate şi măsuri eficiente de reducere a intensităţii acestor procese.

Capitolul 9, **Experienţa de exploatare a instalaţiei pilot de 20 MW a companiei TVA** (James W. Bass III şi John M. Castleman III - Tennessee Valley Authority, Chattanooga, S.U.A.), trece în revistă experienţa de exploatare obţinută de compania TVA la instalaţia pilot de 20 MW cu ardere în strat fluidizat, instalată în centrala electrică Shawnee, Kentucky. Această instalaţie a fost pusă în funcţiune în mai 1982. Rezultatele obţinute sînt apreciate ca "încurajatoare", randamentul arderii realizat atingînd valoarea de 98 %, iar emisiile de SO_2 şi NO_x fiind mult sub standardele legale.

Capitolul 10, **Experienţa de exploatare iniţială cu cazanul industrial de 18 t/h cu ardere în strat fluidizat atmosferic, instalat la Summerside** (V.V. Razbin şi F.D. Friedrich - Energy Reseach Laboratories CANMET, Ottawa , Canada), prezintă experienţa de exploatare iniţială a primului cazan de abur cu ardere în strat fluidizat din Canada, aflat în exploatare comercială. Instalaţia constă din două cazane identice de abur saturat de 18 t/h, funcţionînd cu cărbune cu conţinut ridicat de sulf şi deşeuri de lemn. După o prezentare concisă a instalaţiei, este prezentată experienţa de exploatare iniţială, ilustrată cu un număr suficient de date de exploatare.

Este evident că la redactarea materialului prezentat au fost urmărite atît claritatea, cît şi concizionea.

Fiecare capitol este precedat de un rezumat şi de descriptori, încheindu-se cu o bibliografie aleasă pentru a completa materialul prezentat în capitolul respectiv.

Cartea se încheie cu transcrierea parţială a discuţiilor care au avut loc între specialiştii în domeniul cazanelor cu ardere în strat fluidizat, cu prilejul definitivării redactării cărţii.

Volumul prezintă un real interes, clarificînd multe din subtilităţile acestei noi tehnologii de ardere. Din acest punct de vedere, ar putea constitui un punct de plecare pentru orice specialist care doreşte să se familiarizeze cu problemele cazanelor cu ardere în strat fluidizat, cu modul lor de abordare şi rezolvare.

Datorită atributelor amintite, claritate şi concizie, cartea se citeşte cu interes şi chiar cu plăcere. În concluzie, recomandăm specialiştilor interesaţi în noua tehnologie de ardere a combustibilului solid, să parcurgă paginile acestei cărţi.

Lucrarea poate fi consultată la ICEMENERG Laboratorul de Inginerie pentru Echipamente Termomecanice (LIET) Bucureşti.

Dr. ing. GEORGE CHERCEA
Ing. ION BOLMA - ICEMENERG

REGULAMENT DE FUNCŢIONARE AL REVISTEI ENERGETICA

Energetica este revista de specialitate care are ca scop promovarea creaţiei tehnice originale, informarea şi schimbul de experienţă ale energeticienilor din România. Paginile revistei sînt deschise oricărui specialist energetician pentru a prezenta contribuţii originale, opinii personale, idei şi sinteze; lucrările prezentate spre publicare trebuie să fie competitive şi în pas cu tehnica mondială. Revista reflectă nivelul tehnic şi ştiinţific al energeticienilor din România şi pune la dispoziţie informaţii specifice utile.

Pentru desfăşurarea activităţii revistei în cît mai bune condiţii, organizarea şi funcţionarea acesteia se supun normelor de mai jos.

1. OBIECTIVE

Art.1. Sfera de interes a revistei ENERGETICA include problematica tehnică, economică şi ştiinţifică, avînd ca obiective procesele, instalaţiile şi sistemele de producere, transport, distribuţie şi utilizare a diferitelor forme de energie, în principal a energiei electrice şi a căldurii. De asemenea, această sferă cuprinde şi acele părţi din domeniile conexe cu care energetica se intersectează ca, de exemplu, ecologia, sociologia, istoriografia specifică etc.

Art.2. Obiectivele principale ale revistei sînt:

- informarea specialiştilor asupra problemelor energeticii de actualitate şi de perspectivă, contribuind astfel la luarea celor mai bune decizii în activitatea curentă a acestora;
- prezentarea ideilor noi, originale, care contribuie la progresul ştiinţei şi tehnicii naţionale şi/sau mondiale;
- prezentarea realizărilor deosebite din domeniul energetic al economiei naţionale;
- informarea specialiştilor energeticieni asupra noutăţilor tehnice şi ştiinţifice din ţară şi de peste hotare.

Art.3. Conţinutul şi nivelul ştiinţific al revistei se bazează pe contribuţiile energeticienilor din toate sectoarele de activitate, atît din România, cît şi de peste hotare.

2. CONDUCEREA, ORGANIZAREA ŞI FUNCŢIONAREA

Art. 4. Conducerea revistei ENERGETICA este asigurată de către Colegiul de redacţie, care se compune din specialişti energeticieni de valoare la nivel naţional şi este constituit pe baza propunerilor făcute de către principalele instituţii şi întreprinderi din sectorul energetic, legate de sfera de interes a revistei ENERGETICA. Procedura de modificare a componentei Colegiului de redacţie în caz de necesitate se precizează la pct.4.

Colegiul de redacţie răspunde direct de problemele privind conţinutul şi forma de prezentare a revistei, precum şi de asigurarea surselor de finanţare pentru editarea acesteia.

ICEMENERG este administratorul revistei, fiind delegat pentru rezolvarea problemelor administrative, financiare, contabile, juridice şi a celor legate de tipărirea revistei. În acest sens, se încheie o convenţie între Colegiul de redacţie şi ICEMENERG, în care se precizează obligaţiile şi responsabilităţile celor două părţi.

Art. 5. Colegiul de redacţie are un preşedinte şi un Birou de redacţie.

Art.6. Preşedintele reprezintă, personal sau prin delegat, Colegiul de redacţie al revistei faţă de terţi şi faţă de autorităţi, inclusiv în faţa instanţelor judiciare, cu asistenţă juridică a ICEMENERG, pentru problemele care intră în responsabilitatea şi atribuţiile colegiului.

Preşedintele conduce dezbaterile şi lucrările Colegiului şi ale Biroului de redacţie.

Art.7. Colegiul de redacţie se întruneşte cel puţin o dată la şase luni, pentru a analiza activitatea anterioară şi pentru a stabilii orientările pentru activitatea din perioada următoare.

Art.8. Între şedinţele de lucru ale Colegiului de redacţie, atribuţiile acestuia, în cadrul hotărîrilor luate, se îndeplinesc de către Biroul de redacţie.

Biroul de redacţie se compune din :

- preşedintele Colegiului de redacţie, care îndeplineşte şi funcţia de redactor-şef;
- doi adjuncţi ai redactorului şef;
- secretarul de redacţie;
- delegatul preşedintelui RENEL;
- delegatul conducerii ICEMENERG (administratorul revistei);
- 4 - 6 membri.

Toţi cei de mai sus sînt şi membri ai Colegiului de redacţie.

Biroul de redacţie se întruneşte de cîte ori este necesar, dar cel puţin o dată pe lună.

Art.9. Convocarea membrilor Colegiului de redacţie la şedinţele de lucru se face pe baza deciziei preşedintelui după consultarea Biroului de redacţie sau la cererea a peste o treime din numărul total de membri ai colegiului, dacă apar probleme deosebite.

Biroul se convoacă de către preşedintele colegiului, fie în şedinţe ordinare, fie în şedinţe speciale.

Art.10. În cadrul Colegiului de redacţie funcţionează grupe specializate de lucru; fiecare grupă corespunde unui domeniu principal al preocupărilor din energetică.

Grupele specializate de lucru ale colegiului sînt formate din membrii acestuia, care îndeplinesc activitatea curentă în sfera specialităţii respective.

În funcţie de existenţa unor condiţii locale minim necesare, se pot constitui grupe de lucru ale colegiului în centre universitare şi industriale din ţară.

La activităţile permanente ale grupelor de specialitate pot fi antrenaţi şi specialişti din afara colegiului.

Art.11. Între şedinţele de lucru ale Biroului de redacţie, atribuţiile acestuia, în cadrul hotărîrilor luate, se îndeplinesc de către redactorul şef. Acesta, împreună cu secretarul de redacţie asigură realizarea măsurilor stabilite.

Art.12. Membrii Colegiului de redacţie răspund individual în faţa plenului acestuia, pentru îndeplinirea atribuţiilor care le revin.

3. ATRIBUŢII

Art.13. Colegiul de redacţie are următoarele atribuţii:

- orientează conţinutul tematic al revistei, ţinînd seama de problemele majore ale activităţilor energeticii româneşti;
- analizează şi aprobă programele tematice ale revistei;
- aprobă componenţa grupelor specializate de lucru;
- face recomandări pentru elaborarea de articole pe teme de interes deosebit, sprijinind obţinerea acestora;
- stabileşte măsurile pentru asigurarea funcţionării revistei în bune condiţii şi cu eficienţă;
- stabileşte măsurile necesare pentru asigurarea surselor de finanţare ale revistei;
- aprobă bugetul anual de venituri şi cheltuieli pe baza propunerilor Biroului de redacţie;
- aprobă tarifele pentru abonamente şi reclame pe baza propunerilor Biroului de redacţie;
- aprobă tarifele pentru autori şi colaboratori pe baza propunerilor Biroului de redacţie;

Art.14. Horărîrile colegiului de redacţie se iau prin vot cu majoritatea simplă a celor prezenţi, cu condiţia prezenţei a cel puţin 51 % din numărul total. La numărătoarea voturilor se pot adăuga cele ale membrilor care au lipsit din motive obiective şi care au transmis acordul scris pentru proiectul de hotărîre.

Art.15. Grupele de specialitate au următoarele atribuţii:

- recenzează lucrările propuse spre publicare, primite de la secretarul de redacţie, în termen de cel mult 30 de zile; în cazurile speciale durata poate fi prelungită cu acordul secretarului de redacţie. Membrii grupelor de specialitate răspund de Colegiul de redacţie pentru activitatea de avizare a lucrărilor, din punctul de vedere al nivelului tehnic şi ştiinţific , al corectitudinii principiilor ştiinţifice utilizate, al aplicării sistemelor de unităţi de măsură etc. Recenzentul nu răspunde de exactitatea calculelor, a datelor din tabele, figuri sau de opiniile personale exprimate de autori;
- organizează analize de grup ale lucrărilor primite şi recenzate (inclusiv mese rotunde şi simpozioane); în vederea selectării spre publicare la aceste analize participă autorii, referenţii, precum şi alţi specialişti din domeniul respectiv;
- susţin propaganda pentru cunoaşterea revistei în cercuri cît mai largi de specialişti.

Art.16. Biroul de redacţie are următoarele atribuţii:

- asigură realizarea măsurilor stabilite de colegiu;
- coordonează realizarea programelor tematice avizate;
- propune colegiului măsuri pentru stimularea elaborării de articole;
- gestionează protofoliul lucrărilor primite la redacţie;
- asigură predarea la tipografie a manuscriselor numerelor de revistă la termenele stabilite pentru menţinerea periodicităţii normale de apariţie;
- analizează şi definitivează bugetul anual de venituri şi cheltuieli care se aprobă de Colegiul de redacţie;
- întocmeşte propunerile pentru tarifele de abonamente şi reclame, precum şi cele pentru autori şi colaboratori care se supun aprobării Colegiului de redacţie;
- propune colegiului măsuri pentru creşterea numărului de abonamente, de reclame;
- raportează, cel puţin de două ori pe an, colegiului situaţia revistei.

Art.17. Secretarul de redacţie are următoarele atribuţii:

- primeşte toate lucrările transmise de autori spre publicare şi le repartizează grupelor de specialitate pentru recenzare şi analiză în cadrul unor colective din care vor face parte autorii, referenţii, precum şi alţi specialişti;
- primeşte lucrările recenzate şi analizate şi împreună cu concluziile proprii le prezintă redactorului şef pentru aprobarea publicării;
- împreună cu redactorii şefi adjuncţi şi cu redactorul revistei, pregăteşte conţinutul concret al fiecărui număr de revistă şi-l prezintă redactorului şef pentru aprobare. Această atribuţie se îndeplineşte cu ritmicitate, în termenele impuse prin contractul de tipărire;
- face propuneri şi întocmeşte împreună cu redactorul şef ordinea de zi pentru şedinţele de lucru ale biroului de redacţie şi pentru cele ale colegiului;
- pregăteşte materialele pentru şedinţele biroului şi ale colegiului;
- urmăreşte împreună cu redactorul şef realizarea măsurilor stabilite prin hotărîrile biroului şi ale colegiului;

- împreună cu reprezentantul ICEMENERG în biroul de redacţie întocmeşte proiectul de buget anual.

Art.18. Redactorii şefi adjuncţi coordonează, din punct de vedere tehnic şi ştiinţific, cantitativ şi calitativ, conţinutul revistei, fiecare pentru seria de specialitate pentru care îl este atribuită responsabilitatea. În acest scop:

- coordonează direct desfăşurarea analizelor de grup pentru selecţia lucrărilor ce vor fi publicate în seria respectivă;
- pregătesc conţinutul concret al fiecărui număr al revistei din seria de specialitate pe care o coordonează.

Art.19. Preşedintele Colegiului de redacţie îndeplineşte şi funcţia de redactor-şef şi are următoarele atribuţii:

- urmăreşte împreună cu secretarul de redacţie realizarea măsurilor stabilite de birou şi de colegiului;
- decide asupra convocării biroului şi colegiului;
- conduce dezbaterile biroului şi colegiului;
- împreună cu secretarul de redacţie stabileşte ordinea de zi a lucrărilor biroului şi colegiului;
- aprobă lucrările propuse spre publicare în revistă;
- aprobă conţinutul revistei şi dă "bun de cules" pentru intrarea în tipografie;
- coordonează întreaga activitate tehnică şi ştiinţifică privind revista ENERGETICA.

Art.20. În caz de indisponibilitate temporară a preşedintelui colegiului, atribuţiile acestuia se îndeplinesc de către secretarul de redacţie.

În cazul indisponibilităţii definitive a preşedintelui, atribuţiile acestuia se îndeplinesc provizoriu de către secretarul de redacţie, pînă la hotărîrea colegiului de redacţie, care se ia în conformitate cu articolele 14,22 şi 23 din prezentul regulament. În acest caz, secretarul de redacţie are obligaţia de a aduna în cel mai scurt timp Biroul de redacţie pentru a convoca în şedinţă extraordinară Colegiul de redacţie şi pentru a îndeplini procedurile prevăzute de regulament.

Art.21. ICEMENERG, reprezentat prin directorul său, este administratorul revistei şi are următoarele atribuţii în legătură cu revista ENERGETICA:

- asigură activitatea de editare, tipărire şi difuzare a revistei;
- gestionează veniturile şi cheltuielile revistei;
- asigură activităţile curente de secretariat, dactilografie şi bibliotecă, necesare redacţiei revistei;
- asigură asistenţa administrativă, financiară, economică şi juridică necesară colegiului de redacţie şi organelor sale;
- asigură spaţiile şi dotările necesare desfăşurării activităţii revistei în bune condiţiuni.

4. PROCEDURI ÎN CAZUL UNOR SCHIMBĂRI NECESARE ÎN COMPOZIŢIA COLEGIULUI DE REDACŢIE

Art.22. Pot apărea schimbări necesare în compoziţia Colegiului de redacţie din următoarele motive:

- obiective, în cazul în care unul dintre membrii colegiului este în imposibilitate de a-şi exercita atribuţiile şi trebuie înlocuit;
- organizatorice, cînd apare necesitatea înfiinţării unei grupe de specialitate sau creşterea ponderii unei grupe existente, respectiv desfiinţării unei grupe de specialitate sau reducerii ponderii unei grupe existente;
- subiective, cînd unul din membrii colegiului nu mai doreşte să ducă această activitate sau dă dovadă de dezinteres vădit sau absentează în mod nejustificat sau nu-şi îndeplineşte în mod repetat atribuţiile etc. şi trebuie înlocuit.

În toate aceste cazuri, Biroul de redacţie primeşte sesizările, fie sub forma unei cereri, fie ca rezultat al analizei activităţii membrilor colegiului. În cazul necesităţii numirii unui nou membru al colegiului, preşedintele, împreună cu directorul ICEMENERG, solicită în prealabil propuneri de candidaţi de la organizaţii, întreprinderi şi institute, care au preocupări în domeniul energeticii.

Toate aceste propuneri se avizează consultativ, dar în mod explicit de delegatul RENEL. Biroul de redacţie supune aceste propuneri, împreună cu propriul punct de vedere dezbaterii colegiului, care ia hotărîrea prin vot, conform articolului 14.

Art.23. Prevederile ultimului alineat al art 22 se aplică şi pentru funcţiile în componenţa Biroului de redacţie, cu excepţia delegatului RENEL şi a delegatului conducerii ICEMENERG, care sunt membri de drept ai colegiului şi Biroului de redacţie.

5. DREPTURILE ŞI OBLIGAŢIILE AUTORILOR ŞI COLABORATORILOR

Art.24. Autorii articolelor publicate în revistă şi referenţii care analizează manuscrisele au dreptul la o compensaţie materială pentru munca depusă, în conformitate cu normele stabilite de Colegiul de redacţie.

Art.25. La prezentarea lucrărilor la redacţie în scopul publicării, autorii au obligaţia să respecte următoarele reguli principale de conţinut şi de formă:

- lucrarea să trateze un subiect care se încadrează în profilul şi tematica revistei; principalele grupe de probleme care constituie tematica revistei se publică periodic în paginile acesteia;
- lucrarea să fie întocmită la un nivel tehnic şi ştiinţific ridicat, corespunzător unei publicaţii cu circulaţie internaţională;

- lucrarea trebuie să fie scrisă îngrijit, dactilografiată pe hîrtie de format A4, la două rînduri, pe o singură faţă; să fie semnată de toţi autorii menţionaţi, indicîndu-se titlul ştiinţific, locul de muncă şi funcţiile acestora, precum şi adresa şi telefonul;

- numărul de pagini ale unei lucrări nu trebuie să depăşească 20, în condiţiile paragrafului anterior, în afara desenelor, fotografiilor, schemelor, tabelelor, care se prezintă separat;

- lucrarea poate exprima opinii complet libere, fără nici o restricţie, cu condiţia ca acestea să fie prezentate logic, coerent şi la nivelul ştiinţific corespunzător.

Art.26. Înainte de publicarea în revistă lucrările vor fi supuse, de regulă, unor analize de grup.

Autorii, referenţii şi alţi specialişti vor participa la analizele de grup ale lucrărilor recenzate; analizele sînt organizate de grupele de specialitate în vederea selecţionării lucrărilor spre publicare.

Art.27. Redacţia se consideră angajată într-o relaţie cu autorul sau autorii unei lucrări, din momentul depunerii şi înregistrării acesteia. Din acelaşi moment, se consideră implicit că autorul sau autorii sînt de acord cu prevederile regulamentului de funcţionare al revistei, precum şi cu alte norme aprobate de Colegiul de redacţie sau de Biroul de redacţie. Redacţia revistei analizează cu ajutoul specialiştilor colegiului, conţinutul lucrării şi decide, prin aprobarea redactorului şef, fie publicarea în revistă, fie înapoierea acesteia pentru refacere, fie neacceptarea publicării acesteia. Lucrarea se prezintă în două exemplare, din care unul se păstrează ca martor în redacţie, iar al doilea circulă pentru recenzare, pentru eventuale modificări etc.

Martorul se păstrează în redacţie doi ani de la publicare, după care se distruge sau se înapoiază autorilor la cererea lor.

Art.28. Dacă un autor îşi retrage lucrarea propusă spre publicare înainte ca aceasta să intre în tipografie, aceasta i se va restitui fără ca autorul să aibă vreo obligaţie de plată a unor despăgubiri. Dacă lucrarea a intrat în tipografie ea nu mai poate fi retrasă.

Art.29. În cazul returnării pentru refacere sau în cazul respingerii lucrării, autorii vor primi o comunicare scrisă din partea redacţiei.

În cazul acceptării lucrării pentru publicare, aceasta va apărea sub formă de articol, într-unul din numerele revistei, funcţie de volumul portofoliului de articole, de dozarea lucrărilor pe tematicile programate, de vechimea lucrărilor, avînd în vedere evitarea perimării sau pierderea priorităţii unor noutăţi deosebite.

Dacă în cazul unui articol publicat au apărut erori din vina tipografiei sau din vina redacţiei, autorii au dreptul la o erată care se publică într-unul din numerele următoare ale revistei.

Art.30. Prin calitatea lor de autori, aceştia se bucură de drepturile prevăzute de legi.

Art.31. În cazul lucrărilor care au mai mulţi autori, colectivul acestora precizează ordinea în care vor fi menţionaţi în articol şi desemnează un autor coordonator.

Relaţiile revistei pe întregul proces al operaţiilor redacţionale şi editoriale, pînă la apariţia articolului în revistă sînt menţinute cu ajutorul coordonatorului.

Art.32. Redacţia nu are calitatea de a stabili componenţa colectivului de autori. Orice modificare a acesteia pînă la apariţia articolului se poate face pe baza cererii scrise a grupului de autori sau a autorului coordonator.

Art.33. Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora. Redacţia încurajează discuţiile tehnice şi ştiinţifice şi îşi rezervă rezervă dreptul de a exprima puncte de vedere proprii sau ale unor specialişti, comentariile fiind prezentate sub forma unor note separate.

Art.34. Redacţia îşi rezervă dreptul de a interveni în texte, din punctul de vedere al formei de prezentare, în scopul de ajuta autorul în exprimarea clară a subiectului. În cazul în care intervenţiile în text pot afecta conţinutul sau reprezintă un volum prea important, lucrarea se returnează pentru refacere.

6. BUGETUL

Art.35. Toate cheltuielile necesare revistei pentru apariţia în bune condiţii, se acoperă prin următoarele venituri posibile:

- abonamente şi vînzări cu bucata;
- reclame publicitare;
- subvenţii.

Executarea bugetului se efectuează de către ICEMENERG.

7. DIVERSE

Art.36. RENEL sprijină activitatea revistei ENERGETICA prin :

- stimularea efectuării unui număr cît mai mare de abonamente în întreprinderile şi institutele aferente;
- realizarea şi publicarea în revistă a reclamelor publicitare pentru activităţile şi problemele domeniului;
- acordarea de subvenţii direct sau/şi ale întreprinderilor şi institutelor aferente.

Anual aceste acţiuni se vor concretiza prin protocoale încheiate între RENEL, ICEMENERG şi revista ENERGETICA.

SOMMAIRE

INTERVIEW AVEC LE SECRÉTAIRE D'ETAT FLORIN TĂNĂSESCU 211 - 215

ENVIRONNEMENT. POINTS DE VUE

ARJAN SIPKEMA, PETRA DE VISSER: Evaluation de l'impact sur l'environnement (en englais) 216 - 228

IOANA IONEL:La formation des oxydes d'azote pendant la dénitrification des fumées par la réduction sélective non catalytique avec injection d'ammoniaque (en anglais) 229 - 234

ALEXANDRU POEATA: Considération sur la hausse du poids de l'impact esthétique visuel et le choix des variantes de construction des réseaux électriques 235 - 238

SPERANŢA IANCULESCU, SERENA ADLER: Principes de la législation de l'environnement en Roumanie 239 - 241

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

ELEONORA ATAMAN : La réduction des émissions de bioxyde de soufre par la désulfuration des fumées 242 - 248

CENTRALES HYDRAULIQUES

LUCIAN MÂNDREA : La conception des captages et des décanteurs 249 - 252

COMPTE RENDU

GEORGE CHERCEA :BASU, P. "Chaudieres á combustion en lit fluidisé. Conception et applications" 253 - 254

LE REGLEMENT DE FUNCTIONNEMENT DE LA REVUE ENERGETICA 255 - 258

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТЕРВЬЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО СЕКРЕТАРЯ Г-НА ФЛОРИН ТЭНЭСЕСКУ 211 - 215

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

АРДЖАН СИПКЕМА, ПЕТРА ДЕ ВИСЕР: Оценка влияния на окружающую среду (на англ.языке) 216 - 228

ИОАНА ИОНЕЛ : Образование NO_x во время денитрификации дымовых газов путем избирательного некаталитического восстановления впрыскиванием аммиака (на англ. языке) 229 - 234

АЛЕКСАНДРУ ПОЕАТЭ: Соображения по повышению доли эрительного эстетического влияния ивыбору вариантов реализации электрических сетей 235 - 238

СПЕРАНЦА ЯНКУЛЕСКУ, СЕРЕНА АДЛЕР; Принципы эаконодательства среы Румынии 239 -241

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

ЕЛЕОНОРА АТАМАН : Уменьшене эмиссии сернистого ангидрида путем обессеривания лымовых газов 242 - 248

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ЛУЧИАН МЫНДРЕА: Проектирование водоэаборов и отстойников 249 - 252

РЕЦЕНЭИЯ

ДЖЕОРДЖЕ КЕРЧА: ВАСУ, П. Котлы с кипящим слоем.Концепция и применение 253 - 254

РЕГЛАМЕНТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖУРНАЛА ЭНЕРГЕТИКА 255 - 258

CONTENTS

INTERVIEW WITH THW SECRETARY OF STATE, MR. FLORIN TĂNĂSESCU 211 - 215

ENVIRONMENT PROTECTION. VIEWPOINTS

ARJAN SIPKEMA, PETRA DE VISSER: Estimate of the impact upon the environment (in English language) 216 - 228

IOANA IONEL: N_2O formation during the combustion gas denitrification by a non-catalytic selective reduction using ammonia injection (in English languge) 229 - 243

ALEXANDRU POEATĂ: Considerations on the increase of visual-asterthic impact share and the selection of electric networks manufacturing variants 235 - 238

SPERANŢA IANCULESCU, SERENA ADLER: Principles of the Romanian environment legislation 239 - 241

EVENTS

ELEONORA ATAMAN: Sulphur dioxide reduction by flue gas desulphuration 242 - 248

HYDROELECTRIC POWER PLANTS

LUCIAN MÂNDREA : Designig of the intakes and settling tanks 249 - 252

REVIEWS

GEORGE CHERCEA: BASU, P. Fluidized layer combustion boilers. Design and application 253 - 254

THE REGULATIONS IN FORCE REGARDING THE ENERGETICA REVIEW 255 -258

INHALT

INTERVIEW MIT HERRN STAATSSEKRETÄR FLORIN TĂNĂSESCU 211 - 215

UMWELTSCHUTZ. GESICHTSPUNKTE

ARJAN SIPKEMA, PETRA DE VISSER: Einchätzung der Einwirkung auf die Umwelt (in Englisch) 216 - 228

IOANA IONEL : Bildung von N_2O während der Entstickung der Verbrennungsgase durch selektive nichtkatalytische Reduktion mit Ammonjakeinspritzung (in Englich) 229 - 234

ALEXANDRU POEATĂ: Betrachtungen zur Steigerung der esthetischen Eindruckstärke auf das Auge und die Auswahl der Varianten bei der Errichtung der elektrischen Netze 235 - 238

SPERANŢA IANCULESCU, SERENA ADLER : Grundsätze der Umweltgesetzgebung in Rumänien 239 - 241

WISSENSCHAFTLICH - TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

ELEONORA ATAMAN: Die Reduzierung der Schwefeldioxydemissionen durch Rauchgasentschwefelung 242 - 248

WASSERKRAFTWERKE

LUCIAN MÂNDREA : Projektierung von Einfang-und Abklärenrichtungen 249 - 252

REZENSION

GEORGE CHERCEA: BASU, P. Wirbelschicht-Dampferzeuger. Konzept und Anwendung 253 - 254

ARBEITSORDNUNG DER ZEITSCHRIFT ENERGETICA 255 - 258

ORSZÁGOS KÖZPONTI MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1963

STIMAŢI CITITORI ŞI COLABORATORI

După cum se ştie, problemele energiei sînt în prezent cele mai importante în întreaga lume.
Doriţi să obţineţi informaţii despre :

- principalele probleme ale energeticii româneşti ?
- nivelului ştiinţific şi tehnic al specialiştilor români ?
- principalele evenimente şi probleme ale energiei din România ?
- şi despre multe alte întrebări şi probleme ?

Citiţi revista ENERGETICA publicaţia energeticienilor români, care apare lunar şi care vă ajută în activitatea dv.
Susţineţi revista ENERGETICA abonîndu-vă !
În anul 1995 preţul abonamentelor la revista ENERGETICA va fi diferenţiat pe categorii de abonaţi, astfel:

- abonamente întreprinderi şi instituţii, seriile A şi B (12 numere/an) 60.000 lei
- abonamente individuale :

	salariaţi	*pensionari*	*studenţi **
• *ambele serii*	*19500*	*9000*	*2400*
• *o serie (A sau B)*	*10000*	*5000*	*1200*

Contravaloarea obonamentelor va fi achitată direct la redacţie sau prin dispoziţie de plată sau mandat poştal în contul ICEMENERG nr.30.11.8.01.01- BCR, filiala sector 3, Bucureşti cu menţiunea "Pentru revista ENERGETICA", urmînd ca redacţiei să i se comunice numărul de abonamente solicitate, seria dorită (în cazul abonamentelor individuale), adresa exactă a abonatului, precum şi nr. şi data dispoziţiei de plată sau mandatul poştal cu care s-a (s-au) achitat abonamentul(ele).
Tarifele indicate mai sus sînt valabile pentru comenzile efectuate pînă la data de 31 martie 1995.
Eventualele indexări vor fi comunicate în timp util.

---

* *Studenţii se pot abona pe bază de liste colective, trimise prin decanatele de care aparţin.*

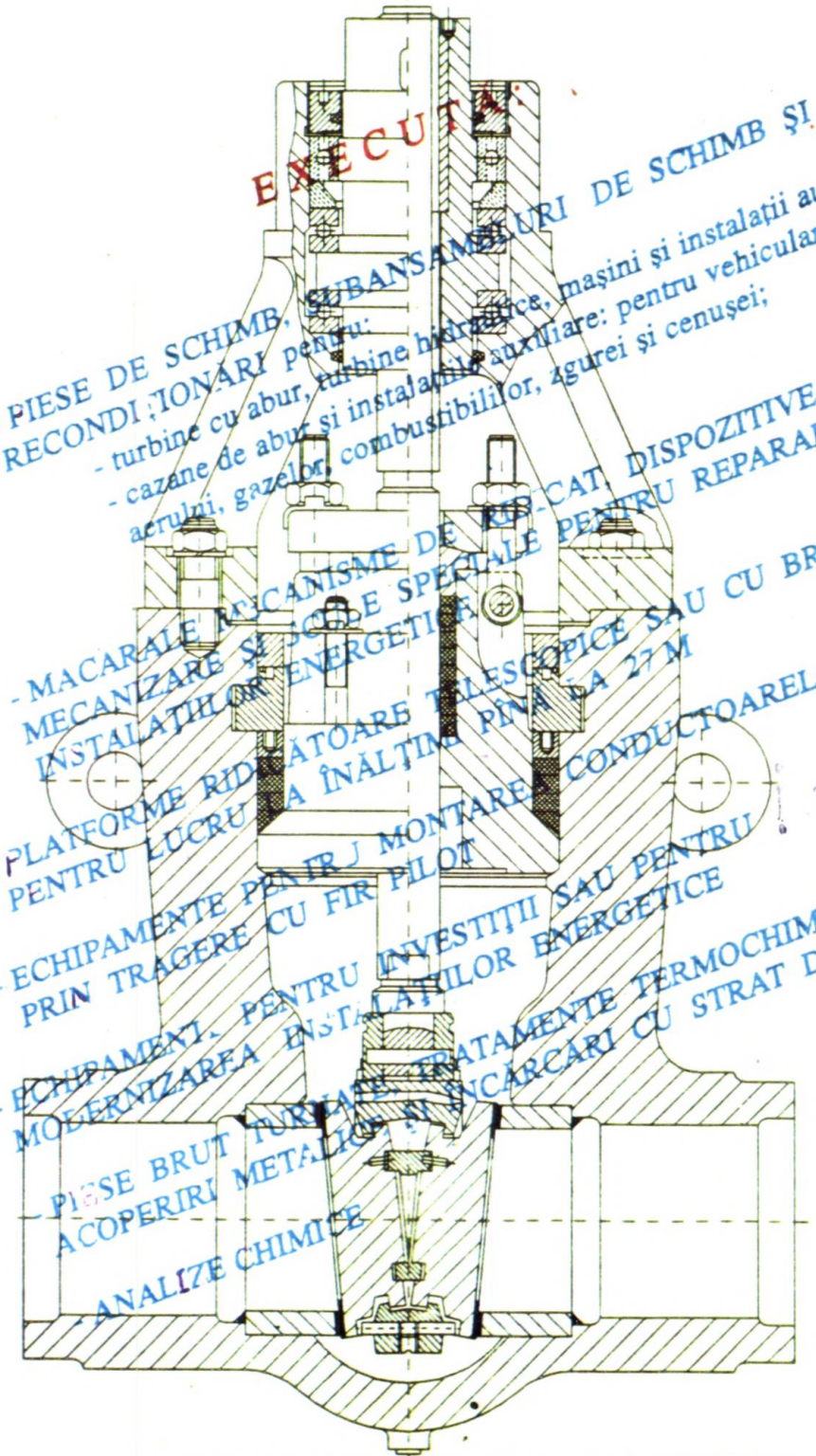
Filiala

RENEL

ENERGOREPARAȚII

BUCUREȘTI - România, B-dul Energeticienilor 13-15, sect. 3, cod 74568,
tel. 322 50 64, telex 10635, fax: 321 56 90, 322 18 80
UPSSRAE **BRAȘOV** – str. Zizinului, nr. 23; fax: 092 18 66 94; tel: 092 13.46.23
UPSSAE **CÂMPINA** – str. Ecaterina Teodoroiu, nr. 13; fax: 097 333 853; tel: 097 33.41.52
UPSSAE **ROVINARI** – str. Energeticienilor, nr. 1; jud. Gorj, cod poștal 1442, tel: 092 14.215

PROMETEU



EXECUTĂ:

- PIESE DE SCHIMB, SUBANSAMBLURI DE SCHIMB ȘI RECONDIȚIONĂRI pentru:
- turbine cu abur, turbine hidraulice, mașini și instalații auxiliare;
- cazane de abur și instalațiile auxiliare: pentru vehicularea apei, aerului, gazelor, combustibililor, ăgurei și cenușei;
- MACARALE, MECANISME DE RIDICAT, DISPOZITIVE PENTRU MECANIZARE ȘI SCULE SPECIALE PENTRU REPARAREA INSTALAȚIILOR ENERGETICE;
- PLATFORME RIDICĂTOARE TELESCOPICE SAU CU BRAȚE PENTRU LUCRU LA ÎNĂLȚIMI PÎNĂ LA 27 M
- ECHIPAMENTE PENTRU MONTAREA CONDUCTOARELOR LEA PRIN TRAGERE CU FIR PILOT
- ECHIPAMENTE PENTRU INVESTIȚII SAU PENTRU MODERNIZAREA INSTALAȚIILOR ENERGETICE
- PIESE BRUT TURNATE, TRATAMENTE TERMOCHIMICE, ACOPERIRI METALICE ȘI ÎNCĂRCĂRI CU STRAT DUR
- ANALIZE CHIMICE

1995 MAR 03

Filială înregistrată la Registrul Comerțului sub numărul J40/14878/1991

E 2039

seria A

noiembrie - decembrie 1994

energetica

6

Redacția și Colegiul de redacție al revistei Energetica areaza tuturor colaboratorilor, abonaților și cititorilor, multe succese in noul an.

La mulți ani!

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 42 | Nr.6, SERIA A | SEPTEMBRIE - OCTOMBRIE 1994

ISSN 1220 - 5133

Număr special "Procese de ardere"

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca de exemplu:
- **Diaru pentru vulgarizarea ştiinţeloru naturale şi fizice (1870 - 1882);**
- **Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);**
- **Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);**
- **Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);**
- **Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)**

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările' destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :
- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

CENTRALE TERMOELECTRICE

TITUS GRECU, GABRIEL NEGREANU : Regimurile nenominale ale turbinelor cu abur analizate cu ajutorul calculatorului 263 - 267

CENTRALE TERMOELECTRICE. *PROCESE DE ARDERE*

VICTOR GHIA : Grafologia arderii combustibililor lichizi grei 268 - 274

CONSTANTIN NEAGA : Dependenţa funcţiilor dinamice ale arderii particulei de cocs de modul de separare a cenuşii interne 275 - 283

MIRCEA RĂDULESCU : Experienţa privind arderea în stare pulverizată a ligniţilor româneşti la cazane energetice de debit mare 284 - 288

MIRCEA RĂDULESCU, CRISTIAN TOTOLO: Reconstrucţia instalaţiei de preparare şi ardere a prafului de lignit la cazanul de 420 t/h 289 - 293

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

OVIDIU ŢUŢUIANU, VIORICA ŢECHERĂ: Întîlnirea de lucru privind "Creşterea gradului de valorificare a cenuşilor de termocentrală" 294 - 296

RECENZIE

SILVIA PRUNDIANU, MIHAI POPOVICI : x x x European Pump & Pumping 297 - 298

VASILE RUGINĂ : * * * Politici ale energiei în România 299 - 301

CONSTANTIN NEAGA : Radcenco Vsevolod "Termodinamica generalizată" 302

Cuprinsul general al revistei Energetica seria A, pe anul 1994 303 - 304

Index alfabetic al autorilor articolelor publicate în revista Energetica, seria A, pe anul 1994. 305

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

BIROUL DE REDACŢIE : dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULEAC; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia:
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251
Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Coperta I: Termocentrala Turceni

Tiparul executat la ICEMENERG

REGIMURILE NENOMINALE ALE TURBINELOR CU ABUR ANALIZATE CU AJUTORUL CALCULATORULUI

În decursul anilor, în viaţa unei turbine cu abur apar situaţii care impun modificarea parametrilor de funcţionare, în special cei ai aburului, care determină schimbarea randamentelor interne ale treptelor, a debitelor prin zonele turbinei şi implicit a puterii furnizate.

Modelul şi programul de calcul construit permit stabilirea parametrilor aburului, debitelor, randamentelor şi puterilor pentru fiecare treaptă în parte.

During of the years, there are events occuring in the life of a steam turbine which require the change of nominal parameters, therefore the modifying of the inner efficiency of stages and implicitly the diminution of the power rate.

The mathematical model and computational programme are able to determine the steam parametres, both the flows, efficiencies and power rate for each stage of this turbine.

prof. dr. ing. TITUS GRECU, as. ing. GABRIEL NEGREANU*

Descriptori : turbine cu abur, regimuri nenominale, clculator

Introducere

În timpul exploatării unei turbine pot apărea cîteva situaţii care modifică parametrii aburului la racordurile turbinei, sau în interiorul ei. Iată cîteva exemple:

a) reducerea presiunii şi (sau) temperaturii aburului viu ca urmare a îmbătrînirii oţelului din care sînt confecţionate conductele de legătură cazan-turbină şi părţile componente ale cazanului de abur;

b) modificarea sezonieră a presiunii din condensator funcţie de temperatura apei de răcire, sau funcţionarea dorită, cu vid înrăutăţit în condensator;

c) modificarea uneia din presiunile sau unuia din debitele de abur extrase la prizele reglabile ale turbinei, în afara limitelor admise de proiect;

d) anularea în urma unor avarii a uneia sau mai multor trepte ale turbinei;

e) funcţionarea la sarcini parţiale ca grup de reglare a frecvenţei în sistem;

f) pornirea şi funcţionarea cu parametrii alunecători;

g) transformarea unei turbine de condensaţie într-o turbină de termoficare.

Aceste schimbări, unele dintre ele esenţiale, produc perturbări în destinderea aburului în turbină, cu consecinţe uneori serioase asupra integrităţii pieselor componente şi conducînd la înrăutăţirea randamentelor şi creşterea consumurilor specifice.

De obicei, proiectantul turbinei calculează, alături de regimul nominal de dimensionare, cîteva regimuri cu sarcini parţiale, cu ajutorul cărora trasează diagramele de consum de abur însoţite de diagrame de corecţie pentru modificarea parametrilor nominali. Aceste diagrame, dacă există, nu acoperă în totalitate situaţiile de la punctele a) - g) sau altele. Astfel, personalul de exploatare (sau cel de decizie) nu poate să estimeze efectele generate de noile condiţii de funcţionare. Ceea ce am încercat noi să facem este un model care să surprindă comportarea turbinelor cu abur în cît mai multe situaţii deosebite din punctul de vedere al parametrilor de funcţionare.

1. Date de intrare

Este necesară cunoaşterea regimului nominal al turbinei: presiuni, temperaturi, debite pe zone, căderi de entalpie şi randamente pentru fiecare treaptă, calculate de obicei de proiectantul turbinei.

În cazul lipsei acestor date, ele se vor obţine dintr-un calcul preliminar exact treaptă cu treaptă,

* Facultatea de Energetică, Universitatea Politehnică, Bucureşti

plecîndu-se de la datele geometrice măsurate pe agregat sau pe desenele acestuia. Calculul de verificare decurge în cascadă, de la admisie către evacuare, după următorul algoritm.

- Se propune un debit de abur $\dot{m}$ (kg/s).
- Pentru prima treaptă de presiune din grupul de trepte se calculează viteza absolută de ieşire a aburului din ajutaje c_1 (m/s) în două moduri:

• din ecuaţia de continuitate:

$$c_1 = \frac{\dot{m} \cdot v_1}{\mu \cdot \pi \cdot D_1 \cdot l_{a1} \cdot \sin\alpha_1}; \qquad (1)$$

• din ecuaţia energiei aplicată la ajutaje:

$$c_1 = \alpha \cdot \sqrt{2 \cdot (h_a + h_0)}, \qquad (2)$$

unde:

v_1 este volumul specific al aburului la ieşirea din ajutaje [m^3/kg];

μ - coeficientul de debit;

$\dot{m}$ - debitul pe zonă [kg/s];

D_1 - diametrul mediu al ajutajelor [m];

l_{a1} - înălţimea ajutajelor la ieşire [m];

α_1 - unghiul efectiv al ajutajelor [grade];

h_a - căderea de entalpie în ajutaje [J/kg];

h_0 - energia cinetică la intrarea în treaptă [J/kg];

φ - coeficientul de calitate al ajutajelor.

Cum v_1 depinde de h_a, se dau valori crescătoare acesteia pînă se obţine o cădere de entalpie pentru care vitezele rezultate din relaţiile (1) şi (2) sînt egale, găsindu-se astfel punctul de funcţionare al ajutajului. Se determină apoi şi căderea în palete h_p (J/kg);

$$h_p = \frac{\rho \cdot h_a}{1 - \rho}, \qquad (3)$$

ρ este gradul de reacţiune al treptei, fiind posibilă găsirea presiunii de ieşire din treaptă.

- Se calculează diagramele de viteză conform [1], obţinîndu-se randamentele şi puterea treptei, precum şi entalpia finală.

Din punctul de ieşire, care este punctul de intrare în treapta următoare, se reia calculul pînă la ieşirea din grupul de trepte propus. Presiunea finală a ultimei trepte din grup trebuie să coincidă cu presiunea nominală a punctului (presiune la priză sau evacuare). Dacă este aşa, atunci calculul se încheie, dacă nu, se reia calculul de la relaţia (1) cu un alt debit $\dot{m}_1$.

Algoritmul este laborios şi destul de instabil, fiind divergent pentru valori suficient de depărtate de debitul căutat. De aceea este de preferat un debit de calcul de la proiectant.

Pentru treapta de reglaj (Rateau sau Curtis) este necesară cunoaşterea următoarelor elemente constructive: numărul de ajutaje şi gruparea acestora pe sectoare de admisie, gradul de admisie, diametrul mediu şi înălţimea ajutajelor la ieşire, unghiul efectiv al ajutajelor.

2. Modelul matematic şi programul de calcul

Startul modelului matematic este condiţionat de aflarea debitelor pe zone (fig.1). Dacă se impune debitul de abur la prizele reglabile $\dot{m}_{pr}$ şi debitul la condensator $\dot{m}_c$, rezultă debitul de abur viu:

$$\dot{m}_0 = \dot{m}_{pr} + \dot{m}_{pf} + \dot{m}_{1ab} + \dot{m}_c, \qquad (4)$$

unde debitul la prizele fixe $\dot{m}_{pf}$ şi cel scăpat prin etanşările terminale $\dot{m}_{1ab}$ se iau cele de la regimul nominal. Prin diferenţă, pornind de la $\dot{m}_0$ se determină debitele pe zone $\dot{m}_I, \dot{m}_{II}, \dot{m}_{III}, \dot{m}_{IV}$.

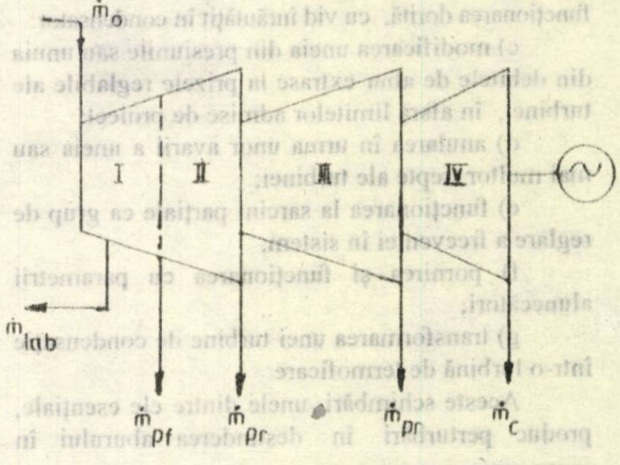


Fig.1. Debitele de abur luate în considerare în calculul regimurilor nenominale.

După aprecierea debitelor de abur, calculul se dezvoltă apoi din punctul de evacuare a aburului la condensator, de unde se determină presiunile între trepte, pînă în camera treptei de reglaj, cu ajutorul relaţiei lui Stodola:

$$\frac{\dot{m}}{\dot{m}_n} = \sqrt{\frac{p_x^2 - p_c^2}{p_{xn}^2 - p_{cn}^2} \cdot \frac{\overline{T}_n}{\overline{T}}}, \qquad (5)$$

unde indicii c - cunoscut
x - necunoscut
n - nominal
p - presiunea aburului

În această primă iteraţie, raportul temperaturilor medii $\left(\frac{\overline{T}_n}{\overline{T}}\right)$ este considerat unitar.

Blocul de calcul următor tratează treapta de reglaj după [2, 4], parcurgînd etapele de mai jos:

- determinarea capacităţii de înghiţire a treptei de reglaj funcţie de presiunile înainte şi după treaptă;
- calculul debitelor de abur pe fiecare sector de ajutaje;
- repartiţia debitului de abur $\dot{m}_0$ astfel: debitul $\dot{m}_1$ prin sectoarele alimentate prin ventilele total deschise şi debitul $\dot{m}_2$ ce parcurge sectorul alimentat de ventilul parţial deschis;
- determinarea presiunii aburului înaintea sectorului parcurs de debitul $\dot{m}_2$;
- calculul exact al sectoarelor de ajutaje parcurse de fluxurile $\dot{m}_1$ şi $\dot{m}_2$;
- prin amestecul celor două fluxuri de abur, se calculează prin ponderare entalpia periferică, iar apoi pierderile secundare ale treptei de reglaj, care permit calculul căderii interne, al randamentului şi al entalpiei reale a treptei.

Pentru grupurile de trepte de presiune se utilizează un alt bloc de calcul prezentat în [5], cu următoarea structură:

- din punctul aflat la intersecţia presiunii şi entalpiei de intrare în prima treaptă de presiune se coboară izentropic pînă la presiunea după treaptă, aflată la paragraful anterior (relaţia (5). Prin diferenţă se pune în evidenţă căderea teoretică h_t;
- se apreciază raportul randamentelor $x = \eta / \eta_n$. Expresia x este o funcţie de raportul relativ fictiv de viteze

$$k_u = \frac{(u/c_f)}{(u/c_f)_n} = \frac{c_{fn}}{c_f} = \sqrt{\frac{h_{tn}}{h_t}} \qquad (7)$$

Expresiile de tip x au fost determinate experimental şi independent de firmele Rateau şi LKI (c_f este viteza fictivă raportată la căderea h_t);

- rezultă căderea internă $h_i = \eta_i h_t$ şi entalpia reală de ieşire, care devine entalpia reală de intrare în treapta următoare. La finalul grupului de trepte se cunosc parametrii între trepte, puterea şi randamentele acestora. Pentru următoarea iteraţie se porneşte de la relaţia (4), cu precizarea că debitele $\dot{m}_{1ab}$ şi $\dot{m}_{pf}$ se recalculează potrivit noilor presiuni. De asemenea, în relaţia (5) se vor introduce şi temperaturile medii pe zone, determinate la prima iteraţie.

Procesul iterativ ia sfîrşit odată cu micşorarea diferenţei între două iteraţii succesive ale debitului $\dot{m}_0$ sub o valoare prescrisă (1 %).

În final se însumează puterile tuturor treptelor, rezultînd puterea produsă de zone şi de întreaga turbină.

Programul de calcul este realizat în limbaj PASCAL şi poate fi rulat pe microcalculatoare compatibile IBM-PC. El conţine subrutine specializate pentru calculele proprietăţilor apei şi aburului, calculul treptei de reglaj şi al treptelor de presiune. Datele de intrare referitoare la regimul nominal sînt inserate în program, iar celelalte variabile pot fi modificate de la tastatură. Se afişează parametrii aburului după trepte, randamentele şi puterea treptelor şi zonelor. Subrutina grafică trasează destinderea în diagrama "i - s".

Aplicaţie şi concluzii

S-a studiat comportarea turbinei cu condensaţie şi două prize reglabile CSL-12-1, în următoarele condiţii impuse de exploatare:

a) coborîrea presiunii aburului viu de la 90 la 80 bar şi a temperaturii acestuia de la 535 la 510° C, ca urmare a îmbătrînirii materialului conductelor de abur viu;

b) coborîrea presiunii la priza industrială de la (8 - 13) bar la circa 5 bar, presiune cerută de procesul tehnologic care foloseşte aburul;

c) impunerea unui debit de abur la priza urbană (1,2 bar), pentru alimentarea degazoarelor şi preîncălzitoarelor de apă demineralizată

d) extragerea unui debit cît mai mare de abur la priza industrială;

e) producerea unei puteri electrice cît mai mari;

f) impunerea unui debit minim de răcire a cozii de condensaţie;

g) funcţionarea cu vid înrăutăţit în condensator pentru folosirea acestuia ca primă treaptă de preîncălzire a returului de termoficare.

Introducînd pe rînd restricţiile de mai sus în program, s-au evidenţiat următoarele concluzii:

- coborîrea presiunii aburului viu reduce capacitatea de înghiţire a treptei de reglaj, cu efect de reducere a puterii turbinei. Scăderea temperaturii atenuează acest inconvenient într-o măsură mai mică;

- scăderea presiunii la priza industrială duce la diminuarea debitului zonei din aval la circa 50 % din cel nominal, conform ralaţiei (5), limitînd debitul la priza urbană şi pe cel la condensator, afectînd prin aceasta restricţiile c), e), f), g);

- pe baza datelor de ieşire ale programului, s-a calculat solicitarea suplimentară la încovoiere asupra treptei din amonte de priza industrială, în condiţiile de la punctul b);

- debitele la priza industrială sînt limitate de valoarea superioară a vitezei aburului în ştuţul de priză de 85 - 90 m/s;

- prin limitatea debitului la condensator, căldura prezumptivă preluată de returul de termoficare în condiţia de la punctul g) este mică, conducînd la o diferenţă de temperatură cîştigată foarte mică; în schimb, prin creşterea presiunii de condensaţie la 0,3 bar, ultimele trepte lucrează în regim de frînă, consumînd putere, astfel că puterea produsă în coada de condensaţie este practic nulă. Acest regim nu este recomandabil;

- considerînd restricţiile analizate, puterea produsă variază între 75 - 80 % din puterea nominală.

În figura 2 sînt reprezentate destinderile în diagrama "*i - s*" pentru patru regimuri studiate, şi anume:

a) "condensaţie pură", fără laminări în ventilele de priză;

b) "nominal" din cartea maşinii, cu debitele nominale extrase la prize. Se observă o mică laminare în cilindrul rotativ al prizei urbane, şi o uşoară înrăutăţire a randamentului ultimei trepte; evacuarea se face sub curbe de saturaţie;

c) "recomandat" în urma restricţiilor studiate. Din cauza debitului mic prin coada de condensaţie, are loc o laminare puternică în cilindrul rotativ al prizei urbane, precum şi o înrăutăţire a randamentului ultimelor trepte care lucrează în regim de frînă. Aceste fenomene deplasează procesul la dreapta în diagramă, avînd ca efect evacuarea în condensator a aburului supraîncălzit;

d) "vid înrăutăţit" de 0,3 bar la care ecartul de entalpie al cozii de condensaţie este practic nul, deci şi putrea produsă este nulă, iar temperatura de evacuare este de peste 100° C, cu efecte periculoase asupra carcasei şi condensatorului. Se impune izolarea termică a carcasei şi stropirea prin injecţie de condensat în curentul de abur. Este un regim pe care nu-l recomandăm pentru funcţionare.

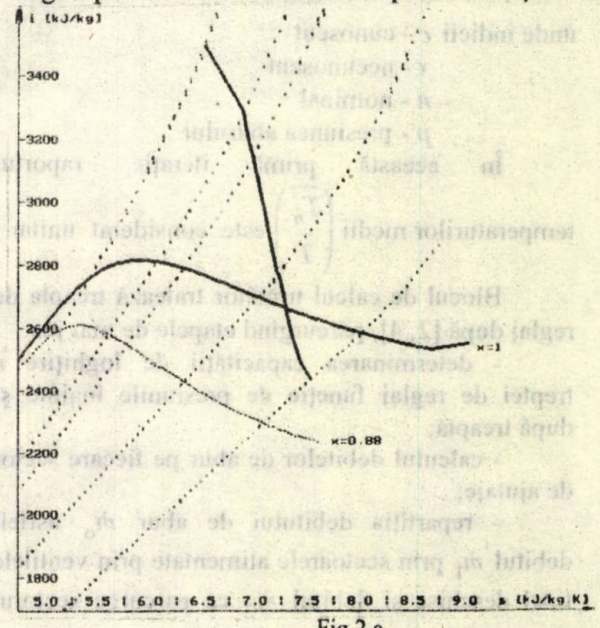


Fig.2.a

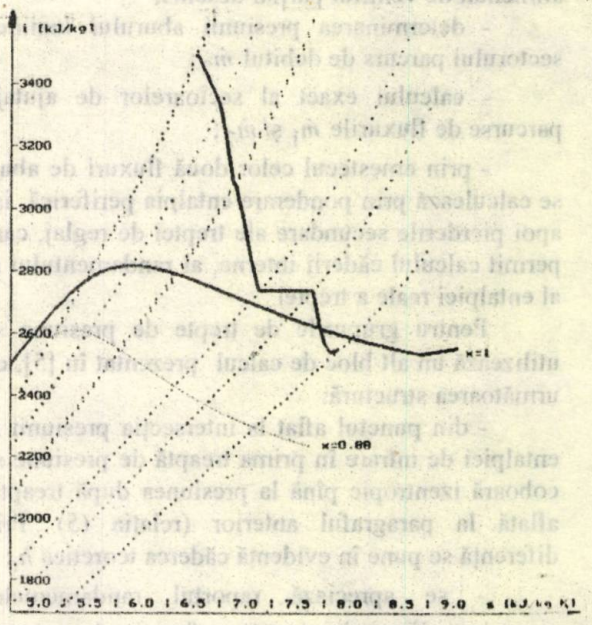


Fig. 2.b

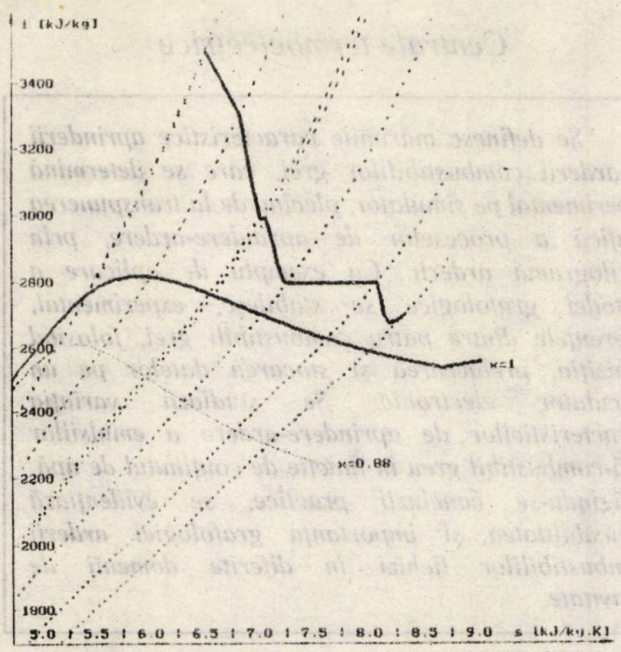


Fig.2.c

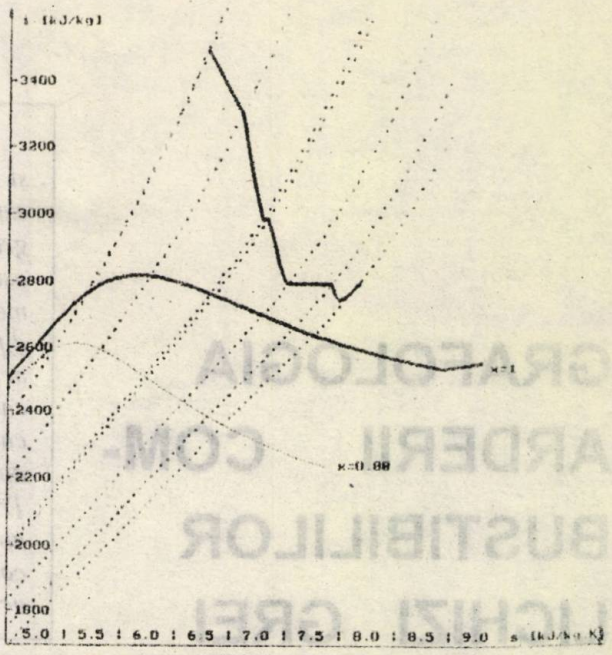


Fig.2.d

Fig.2. Reprezentarea în diagrama "*i - s*" a destinderii aburului în patru regimuri analizate:
a) condensaţie pură; b) nominal; c) recomandat; d) vid înrăutăţit

În final, putem afirma că modelul şi programul sînt instrumente utile pentru studiul comportării turbinelor cu abur în regimuri nenominale. El poate fi util în exploatare, proiectare sau în învăţămînt.

BIBLIOGRAFIE

[1] Grecu, T., Cârdu, M., Nicolau, I. *Turbine cu abur*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1976.

[2] Creţa, G. *Turbine cu abur şi gaze*, EDP, Bucureşti, 1981.

[3] Troyanovski, B.M., Filippov, G.A., Bulkin, A.E. *Turbinas de vapor y de gas de las centrales nucleoelectricas*, Ed. MIR, Moscu, 1987.

[4] Negreanu, G. *Modelarea comportării unei trepte de reglaj cu admisie parţială la sarcini nenominale*, Lucrările Primei Conferinţe Naţionale de Termotehnică, vol.II, Termoenergetică 1992, ICEMENERG, Bucureşti.

[5] Negreanu, G. *Posibilităţi de pornire a turbinelor F1C - 330 cu parametri alunecători ai aburului şi pe corpul de înaltă presiune*. În : Energetica, nr 3/1991, Bucureşti.

(Referent: dr. ing. Costin Moţoiu Universitatea "Politehnica" Bucureşti)

(Primit la 19 ianuarie 1994, acceptat la 14 aprilie 1994)

GRAFOLOGIA ARDERII COMBUSTIBILILOR LICHIZI GREI

dr. ing. GHIA VICTOR*

Se definesc mărimile caracteristice aprinderii şi arderii combustibililor grei, care se determină experimental pe simulator, plecînd de la transpunerea grafică a proceselor de aprindere-ardere, prin oscilograma arderii. Ca exemplu de aplicare a metodei grafologice se stabilesc, experimental, diferenţele dintre patru combustibili grei, folosind achiziţia, prelucrarea şi stocarea datelor pe un calculator electronic. Se studiază variaţia caracteristicilor de aprindere-ardere a emulsiilor apă-combustibil greu în funcţie de conţinutul de apă. Trăgîndu-se concluzii practice, se evidenţiază aplicabilitatea şi importanţa grafologiei arderii combustibililor lichizi în diferite domenii de activitate.

The characteristic values are herein set for heavy fuels ignition-combustion by means of a simulator, beginning with a diagram of the ignition-combustion processes using a combustion oscillogram.

A concrete exemple consists in experimentally setting the differences between four heavy fuels by means of data acquisition, processing and storage. There are analysed the ignition-combustion characteristics variations for heavy fuel-water emulsion depending on the water content. Considering the practical conclusions it is obvious that combustion graphology of liquid fuels in various fields is of utmost importance.

Descriptori : ardere, combustibili grei

1. Aspecte generale

Pe plan mondial, combustibilii lichizi grei sînt cunoscuţi sub diferite denumiri: heavy fuel oil, heavy oil, combustibles lourds, păcură, tiajelnîi toplivo, bunker fuel ... etc. În prezent, cea mai mare parte a combustibililor grei se obţine prin distilarea ţiţeiului şi prelucrarea ulterioară a reziduurilor rămase. Prin distilarea ţiţeiului greu se obţin cantităţi de combustibili grei mult mai mari decît prin distilarea ţiţeiului clasic, pentru care rezervele mondiale sînt mult mai mici. În general, combustibilii grei provin din amestecarea, în diferite proporţii, a reziduurilor obţinute de la distilarea atmosferică, distilarea sub vid, cracarea termică şi cracarea catalitică, cu produse distilate adăugate pentru scăderea viscozităţii amestecului. Noţiunea de combustibil greu este generală, referindu-se la o gamă largă de combustibili avînd, în general, caracteristici de ardere inferioare combustibililor intermediari. După numeroase opinii sînt denumite combustibili grei numai amestecurile menţionate, care au viscozitatea egală sau mai mare decît 1500 s.Red.I [1]. Există tendinţa de reducere a distilatelor din amestec, deteriorîndu-se calitatea combustibililor grei datorită creşterii conţinutului de cocs Conradson,

* Institutul de Maşini Termice , Bucureşti

asfaltene, cenuşă, apă, sulf, particule în suspensie, precum şi a vîscozităţii. De asemenea, se constată calităţi variabile de combustibili grei, funcţie de provenienţă şi procedeele tehnologice de obţinere. Acestia au o largă utilizare la cazanele energetice, respectiv tehnologice, motoarele diesel lente şi cuptoarele tehnologice. De aceea, arderea industrială, economică şi nepoluantă a combustibililor grei constituie un obiectiv major al termoenergeticii mondiale. Grafologia arderii oferă, printre altele, posibilităţi precise şi rapide pentru găsirea de soluţii optimizatoare a proceselor de ardere , contribuind, esenţial, la rezolvarea obiectivului menţionat.

Pentru început s-a definit grafologia arderii combustibililor lichizi ca *disciplina care se ocupă cu transpunerea grafică a desfăşurării proceselor de ardere a acestor combustibili, stabilind caracteristicile de aprindere, ardere, inclusiv legile care guvernează schimbările acestora, funcţie de condiţiile iniţiale ale arderii şi structura chimică a combustibililor lichizi* [2]. Mărimile caracteristice ale grafologiei arderii combustibililor lichizi rezultă din prelucrarea oscilogramelor arderii unor picături, care se obţin experimental în condiţii standard. Oscilograma arderii este transpunerea grafică a desfăşurării proceselor de aprindere şi ardere a unei picături, sub forma unor curbe reprezentate într-un sistem rectangular de axe de coordonate. La aceasta este reprezentată în abscisă variaţia timpului τ, iar în ordonată variaţia intensităţii radiaţiei I a picăturii de combustibil lichid arzînd, care este transformată în tensiune electrică prin intermediul unei fotocelule cu amplificare, ce recepţionează semnalele luminoase.

2.Caracteristicile de aprindere-ardere

Principalele mărimi caracteristice folosite de grafologia arderii combuştibililor lichizi cu cenosferă, în care se includ şi combustibilii lichizi grei, sînt următoarele :

- întîrzierea la autoaprindere τ_i ;
- timpul de ardere a materiilor volatile τ_v ;
- timpul de ardere a cenosferei τ_c;
- timpul total de ardere $\tau_a = \tau_v + \tau_c$
- timpul de existenţă $\tau_e = \tau_i + \tau_a$
- energia radiată de flacără, convertită de fotocelulă în energie electrică la arderea materiilor volatile E_v;
- energia radiată de cenosfera arzînd, convertită de fotocelulă în energie electrică E_c ;
- energia totală radiată $E_t = E_v + E_c$.

Pentru diferenţierea sistematică a combustibililor cu cenosferă, din punctul de vedere al aprinderii, arderii şi radiaţiei, s-au definit:

- indicele aprinderii $\psi = \dfrac{\tau_i}{\tau_i + \tau_v + \tau_c} = \dfrac{\tau_i}{\tau_e}$
- indicele de ardere $F = \dfrac{\tau_c}{\tau_v}$
- indicele de radiaţie $B = \dfrac{E_v}{E_v + E_c}$
- indicele global de aprindere şi ardere $G = \xi \dfrac{\tau_v}{\tau_i + \tau_c}$
- indicele global de aprindere, ardere şi radiaţie $G' = G \cdot B$

Indicele aprinderii ψ precizează ponderea întîrzierii la autoaprindere τ_i în timpul de existenţă al picăturii τ_e, iar B evidenţiază ponderea energiei radiate de ardere a materiilor volatile E_v în totalul energiei radiate la arderea picăturii, adică $E_v + E_c$ Mărimea ξ este un coeficient de corecţie pentru ca G să aibă valori comparabile cu indicele diesel.

Cercetările experimentale au evidenţiat că îmbunătăţirea calităţii combustibililor grei este precizată prin creşterea mărimilor B, G, G' şi scăderea indicilor ψ , respectiv F.

Pentru caracterizarea combustibililor lichizi grei, care respectă legea pătratelor diametrelor, se folosesc în plus:

- constanta de ardere a materiilor volatile $K_v = \dfrac{D_o^2}{\tau_v}$, unde D_o este diametrul mediu iniţial al picăturii testate la ardere;
- constanta de ardere a cenosferei $K_c = \dfrac{D_o^2}{\tau_c}$;
- constanta totală de ardere $K_a = \dfrac{D_o^2}{\tau_a}$;
- constanta vitezei de ardere $K_{va} = V_a D_o^{-1}$, unde viteza de ardere $V_a = \dfrac{\pi}{6} D_o^3 \dfrac{\rho}{\tau_a}$

Mărimea ρ este densitatea combustibilului greu.

În figura 1 se prezintă oscilograma arderii pentru o picătură de combustibil lichid intermediar, care se aprinde şi arde în centrul de simetrie al camerei de ardere aferente simulatorului. Energiile E_v şi E_c sînt reprezentate la o anumită scară prin suprafeţele cuprinse între curbele $I_v = f(\tau)$, respectiv $I_c = F(\tau)$ şi axa absciselor.

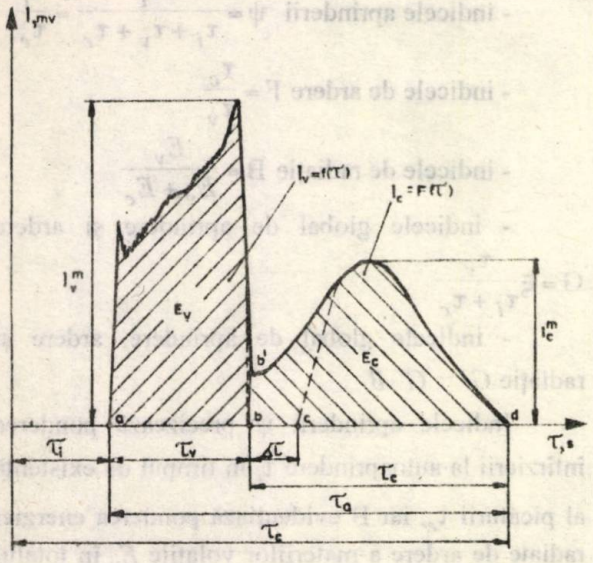


Fig.1. Oscilograma arderii pentru o picătură de combustibil lichid greu

Întîrzierea la autoaprindere τ_i este timpul scurs între introducerea picăturii în camera de ardere şi aprinderea picăturii, care se produce odată cu apariţia flăcării marcată pe axa absciselor 0τ prin punctul **a**. Timpul de ardere al materiilor volatile τ_v este intervalul de timp scurs între aprinderea picăturii (punctul **a**) şi stingerea flăcării (punctul **b**).

Timpul de ardere a cenosferei τ_c este intervalul de timp scurs între stingerea flăcării provenită din arderea volatilelor (punctul **b**) şi stingerea cenosferei (punctul **d**), care trebuie să marcheze practic terminarea proceselor de ardere a picăturii.

Metoda grafologică de testare la ardere a combustibililor lichizi constă în aprinderea şi arderea în condiţii standard a unei picături de combustibil lichid, a cărei energie luminoasă radiată este primită de o celulă fotoelectrică, care o transformă în semnale electrice. Aceste date obţinute experimental sînt achiziţionate, prelucrate şi stocate în memoria unui calculator electronic, după care urmează transpunerea grafică pe displayul acestuia sub forma oscilogramei arderii. Pe acest grafic se marchează timpii τ_i, τ_v, τ_c etc., după care se calculează caracteristicile arderii.

Aplicarea metodei grafologice a necesitat realizarea unui stand specializat, numit simulator, pe care s-au efectuat cercetările experimentale, şi a unei instalaţii pentru dozarea precisă a mărimii picăturilor. Simulatorul se compune din următoarele părţi principale:

- cameră de ardere ceramică, cilindrică, încălzită electric, cuprinsă într-o carcasă metalică răcită prin circulaţia apei refulate de o pompă;
- dispozitiv de propulsie a picăturilor suspendate (la extremitatea unei filament de curent) către interiorul camerei de ardere;
- instalaţie optică pentru centrarea, prelucrarea, focalizarea şi vizualizarea imaginii picăturii arzînd;
- instalaţie electronică alcătuită din dispozitiv de semnalizare a intrării picăturii în camera de ardere, două traductoare fotovoltaice, bloc de amplificare şi prelucrare a semnalelor electrice, dispozitive de filtrare şi compensare a radiaţiilor parazite;
- calculator electronic pentru achiziţia, prelucrarea, afişarea şi stocarea datelor experimentale, rezultate din oscilogramele de ardere.

Testarea se efectuează în aceleaşi condiţii standard pe cantităţi infime de substanţe combustibile sub formă de picături cu acelaşi diametru mediu iniţial. Condiţiile standard sînt precizate la simulatorul folosit, în special prin:

- temperatura iniţială din camera de ardere $t_f = 973 \pm 1$ K;
- temperatura mediului ambiant $t_a = 293 \pm 1$ K;
- presiunea din camera de ardere $p_c = 101{,}325 \pm 1{,}3$ kPa;
- curgerea aerului în jurul picăturii caracterizată prin Re = 140 ;
- geometria camerei de ardere cilindrică cu $\varnothing = 36$ mm;
- sistemul de susţinere şi introducere a picăturii în camera de ardere;
- diametrul mediu iniţial al picăturii $D_0 = 2$ mm sau 2,2 mm.

3. Oscilogramele arderii obţinute experimental

S-au testat la aprindere-ardere numeroşi combustibili lichizi grei, dintre care pentru exemplificare şi clarificarea unor aspecte de bază se vor prezenta mai întîi rezultatele numai pentru trei combustibili grei A, B şi C. Probele din aceşti combustibili au fost obţinute din porturile Colombo (A), Panama (B) şi Suez (C). Combustibilii au fost procuraţi de NAVROM S.A. S-a cerut specificaţia MFO 180 după Shell, sau RMF 25 după ISO 8217/1987. Aceştia sînt utilizaţi în principal la arderea în motoarele diesel lente.

Caracteristicile de aprindere-ardere ale acestor combustibili ar trebui să aibă valori apropiate sau identice, ceea ce nu corespunde realităţii.

Pentru o picătură din combustibilul A cu diametrul mediu iniţial D_0 = 2 mm, arsă în condiţiile standard menţionate, au rezultat din oscilograma arderii:

- întîrzierea la autoaprindere τ_i = 792 ms;
- timpul de ardere a materiilor volatile τ_v = 1872 ms;
- timpul de ardere a cenosferei τ_c = 4944 ms;
- variaţia maximă a temperaturii din camera de ardere în desfăşurarea proceselor de ardere a picăturii Δt_m = 55 K;
- energia radiată în timpul τ_v, E_v = 976656 u.c.
- energia radiată în timpul τ_c, E_c = 577488 u.c.

Pe baza acestor date s-au calculat în primul rînd:
- indicele de ardere F = 2,6418
- indicele de radiaţie B = 0,6284
- indicele global de aprindere şi ardere G = 8,1598
- indicele global de aprindere, ardere şi radiaţie G' = 8,1598 · 0,6284 = 5,1276
- viteza de ardere V_a = 0,5789 mg/s

În figurile 2 şi 3 se prezintă oscilogramele arderii şi tabelele conţinînd caracteristicile de aprindere-ardere, obţinute experimental, respectiv calculate, memorate de calculatorul electronic, pentru cîte o picătură din combustibilii B şi C, avînd D_0 = 2 mm, care sînt arse la t_f = 973 K şi Re = 140.

Din examinarea oscilogramelor arderii şi rezultatelor calculate în tabelele aferente rezultă:

- combustibilul A se aprinde cel mai greu, deoarece:

τ_i = 792 ms > 696 ms (pentru combustibilul B) şi

τ_i = 792 ms > 552 ms (pentru combustibilul C);

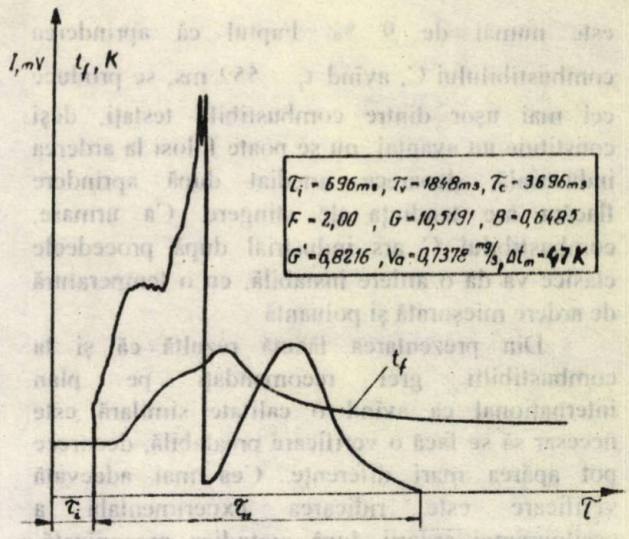


Fig. 2. Oscilograma arderii pentru o picătură din combustibilul B, cu D_0 = 2 mm, arsă la t_f = 973 K şi Re = 140.

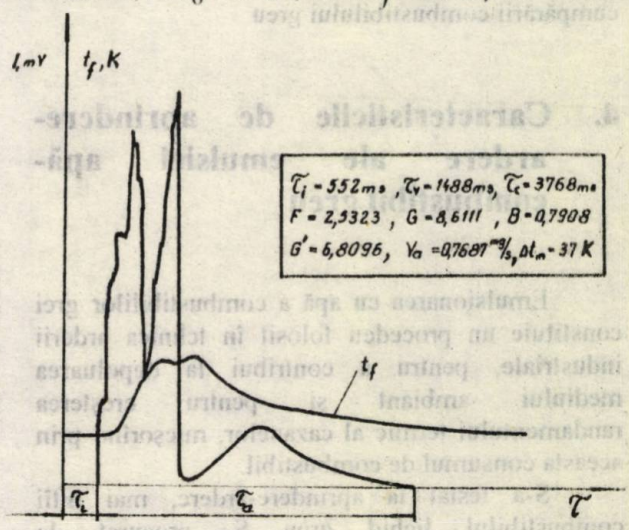


Fig. 3. Oscilograma arderii pentru o picătură din combustibilul C, cu D_0 = 2 mm, arsă la t_f = 973 K şi Re = 140.

- combustibilul B are caracteristici de ardere mai bune decît combustibilul A, deoarece indicele arderii F = 2 < 2,6410 (pentru combustibilul A), indicele global G' = 6,8216>5,1276 (pentru combustibilul A), iar viteza de ardere V_a = 0,7215 mg/s > 0,5789 mg/s;

- combustibilul C este cel mai dezavantajos, deoarece arderea materiilor volatile are intensitate puternic variabilă, radiaţia şi temperatura flăcării fiind sensibil micşorate faţă de cazul combustibililor A şi B. Efectuîndu-se analizele chimice s-au constatat anomalii importante faţă de combustiblii grei obişnuiţi. Astfel conţinutul de apă în emulsie cu combustibilul C este de 20 %, iar conţinutul de asfaltene este A_s = 15 %, mult mai mare decît conţinutul de cocs Conradson, care

este numai de 9 %. Faptul că aprinderea combustibilului C, avînd τ_i = 552 ms, se produce cel mai uşor dintre combustibilii testaţi, deşi constituie un avantaj nu se poate folosi la arderea industrială, deoarece imediat după aprindere flacăra are tendinţa de stingere. Ca urmare, combustibilul C ars industrial după procedeele clasice va da o ardere instabilă, cu o temperatură de ardere micşorată şi poluantă.

Din prezentarea făcută rezultă că şi la combustibilii grei recomandaţi pe plan internaţional ca avînd o calitate similară este necesar să se facă o verificare prealabilă, deoarece pot apărea mari diferenţe. Cea mai adecvată verificare este ridicarea experimentală a oscilogramei arderii după metodica preconizată, care se poate efectua rapid, imediat înaintea cumpărării combustibilului greu.

4. Caracteristicile de aprindere-ardere ale emulsiei apă-combustibil greu

Emulsionarea cu apă a combustibililor grei constituie un procedeu folosit în tehnica arderii industriale, pentru a contribui la depoluarea mediului ambiant şi pentru creşterea randamentului termic al cazanelor, micşorînd prin aceasta consumul de combustibil.

S-a testat la aprindere-ardere, mai întîi combustibilul lichid greu S, procurat de NAVROM din portul Singapore pe baza specificaţiei MFO 180 (după Shell). În continuare s-au testat emulsii apă-combustibil S, la care apa era în proporţie de 5 %, 10 %, 20 %, 30 % şi 40 %.

În cazul arderii emulsiei apă 40 % - combustibil S, arderea are loc cu o nestabilitate accentuată, care se evidenţiază şi prin fracturarea curbei de variaţie a intensităţii radiaţiei flăcării provenite din arderea materiilor volatile (aferentă oscilogramei arderii). În figurile 4 şi 5 se prezintă sintetic principalele rezultate experimentale. Fiecare punct marcat în diagrame reprezintă media aritmetică a şase determinări.

Pe baza datelor obţinute rezultă că prin creşterea conţinutului de apă din emulsie de la zero la 40 %, se obţine:

- creşterea întîrzierii la autoaprindere τ_i de la 525 ms pînă la 1170 ms;

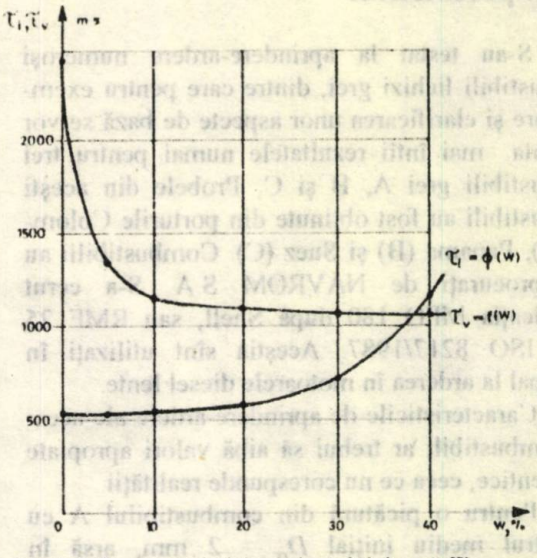


Fig 4. Influenţa variaţiei conţinutului de apă W, asupra mărimilor τ_i şi τ_v

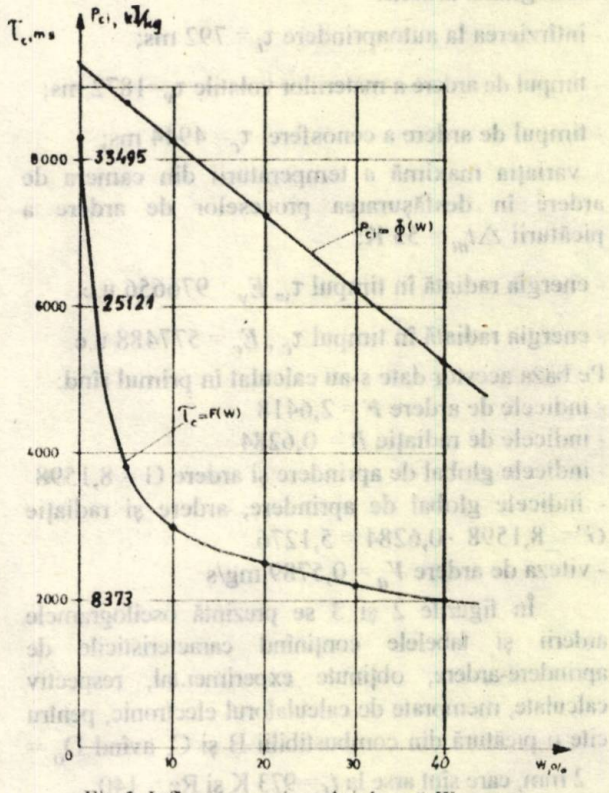


Fig 5. Influenţa conţinutului de apă W, asupra mărimilor τ_c şi τ_{ci}

- scăderea timpului de ardere a materiilor volatile τ_v de la 2430 ms pînă la 1030 ms;

- scăderea timpului de ardere a cenosferei τ_c de la 8600 ms pînă la 2000 ms.

- scăderea puterii calorice inferioare P_{ci} de la 38937 kJ/kg pînă la 22190 kJ/kg.

Variaţia maximă a temperaturii t_f în timpul desfăşurării proceselor de aprindere-ardere, adică Δt_m, scade de la 70 K pentru combustibilul S pînă la 12 K pentru emulsia apă 40 % - combustibilul S, fenomen care este explicabil avînd în vedere scăderea mărimii P_{ci}.

Din alura curbelor $\tau_v = f(W)$ şi $\tau_c = F(W)$ rezultă că în intervalul $W = 0 - 10$ % se realizează scăderea cea mai rapidă a timpiilor τ_v şi τ_c. O valoare medie de $W = 5$ % s-ar putea recomanda, practic, pentru funcţionarea emulsionatoarelor industriale cu o construcţie similară celei folosite în experimentări.

Întrucît înlocuirea unei părţi din combustibil cu apă micşorează temperatura de ardere, iar evaporarea apei emulsionată necesită un consum suplimentar de energie este indicat ca W să aibă o valoare cît mai mică. Vitezele de scădere a mărimilor τ_v, respectiv τ_c, adică $d\tau_v/dW$ şi $d\tau_c/dW$, depind de caracteristicile sistemului de emulsionare folosit şi de caracteristicile combustibilului greu emulsionat cu apă. Cu cît emulsia rezultată are picături de apă mai mici şi mai omogen distribuite, cu atît scăderea timpilor τ_v şi τ_c este mai bruscă odată cu creşterea apei de emulsionare W. Ca urmare, pentru acelaşi efect de depoluare este necesar să existe un procentaj mai mic de apă pentru emulsionare. După unele cercetări, la o emulsie omogenă de apă formată din picături avînd diametrele 2 - 5 μm cu unii combustibili grei, depoluarea adecvată a mediului ar necesita $W = 2 - 6$ % [3,4], dacă se folosesc emulsionatoare perfecţionate.

Prin aplicarea metodologiei prezentate se pot efectua cercetări deosebit de eficiente pentru optimizarea arderii emulsiilor de apă-combustibili grei, ţinînd seama de posibilităţile de execuţie a sistemului de emulsionare, calitatea combustibilului greu emulsionat cu apă şi cerinţele pentru depoluare formulate de beneficiar.

Concluzii

Grafologia arderii combustibililor grei constituie o diviziune importantă din grafologia arderii combustibililor lichizi, care are numeroase aplicaţii practice. Astfel, aplicarea metodei grafologice permite efectuarea rapidă şi precisă de activităţi deosebit de economice în domenii diverse, dintre care menţionăm următoarele:

- determinarea caracteristicilor de aprindere-ardere a diferitelor sorturi de combustibili industriali la producători (în special rafinăriile de ţiţei) pentru controlul riguros şi dirijarea optimă a desfăşurării proceselor tehnologice, rezultînd creşterea calităţii produselor;

- stabilirea caracteristicilor de aprindere-ardere a combustibililor intermediari şi grei la distribuitori (staţiile de pompare din porturi, staţiile de preparare fizico-mecanică etc.), în vederea stabilirii corecte a preţurilor şi pentru realizarea, prin amestecuri, a combustibilor ceruţi de cumpărători;

- determinarea caracteristicilor de aprindere-ardere a combustibililor intermediari şi grei la cumpărători, în vederea stabilirii reglajelor ce trebuie folosite la arzătoarele industriale şi motoarele diesel pentru funcţionarea optimă;

- stabilirea, cu cheltuieli minime, a tehnologiilor de îmbunătăţire a combustibilor intermediari şi grei prin aditivare sau preparare fizico-mecanică, eliminînd experimentările costisitoare şi cronofage direct pe instalaţii industriale;

- evitarea efectelor dezastruoase ale fenomenului de incompatibilitate la amestecare între combustibilii lichizi grei şi produse petroliere relativ uşoare, în vederea obţinerii combustibililor intermediari;

- cercetarea şi stabilirea soluţiilor optime pentru depoluarea mediului şi intensificarea arderii combustibilor grei prin emulsionarea acestora cu apă şi prin ionizarea aerului de ardere. Rezolvarea economică a problemelor menţionate prezintă o importanţă majoră pentru dezvoltarea termoenergeticii;

- determinarea, prin cercetări cu cheltuieli mult micşorate, a posibilităţilor de folosire optimă în industrie a unor combustibilii neconvenţionali, ca de exemplu combustiblii lichizi produşi din cărbune, uleiurile vegetale etc.;

- realizarea de investigaţii profunde în structura proceselor de ardere a combustibililor lichizi industriali, în vederea evidenţierii unor noi fenomene care să contribuie la optimizarea proceselor, respectiv a instalaţiilor de ardere aferente.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ghia V. V. and ali. *Heavy fuels from petroleum for diesel engines. Combustion testing on a specialised*

test stand. In : Rev Roum Sci. Techn - Electrotechn et Energ. Tome 33, nr 1, p. 91 - 99, Bucarest, 1988

[2] Ghia, V. V. *Combustion Graphology of Intermediate Fuel Oils.* In: Rev. Roum. Sci. Techn. Electrotechn et Energ. tome 3, nr. 3, p.379 - 396, Bucarest, 1991

[3] Sjögren, A. *Burning of Water in Oil Emulsion.* Technological Institute, Copenhagen, Denmark, p.297-305, 1987

[4] Dryer, F. L., Rambach, G. D., Glassman, I. *Some Preliminary Observations on the Combustion of Heavy Fuels and Water in Fuel Emulsions.* Aerospace and Mechanical Sciences Report 1271, Princenton University, 1975

(Referent de specialitate: dr. ing. Dan Goliciu - ICEMENERG)

(Primit la 17 ianuarie, 1994, acceptat la 14 aprilie 1994)

Din partea Comitetului Membru Român al UNIPEDE

Conférence internationale sur la médecine du travail et la sécurité dans le secteur électrique, Graz, 17 - 19 mai, 1995

Sur la thème "Comment mettre à profit la médecine du travail et la sécurité dans le secteur électrique - managers et spécialistes dialoguent", le secteur électrique international organise, par le biais de son union, l'UNIPEDE, une grande conférence a Graz (Autriche) du 17 au 19 mai 1995.

L'objectif de la conférence este d'explorer la gestion de la médecine du travail et de la sécurité dans le secteur électrique, en particulier l'évolution dans ces domaines, leurs avantages pour l'entreprise, pour les employés et pour l'environnement de travail.

La conférence s'adresse aux managers, aux médecins et au personnel infirmier, aux responsables de la sécurité, aux hygiénistes du travail, aux représentants syndicaux chargés des questions de santé et de sécurité et aux pouvoirs publics impliqués dans la médecine du travail et la sécurité dans le secteur électrique.

Les sessions porteront sur:

1. Approches vis-à-vis de la gestion de la santé et de la sécurité
2. Coût des accidents
3. Sécurité et facteurs humains
4. Structure et fonction du département de médecine du travail et de sécurité
5. Champs électriques et magnétiques, sensibilité á l'électricité
6. Rayonnements ionisants
7. Accidents d'origine électrique
8. Surveillance de l'utilisation des produits chimiques
9. Conditions de travail par températures élevées
10. Abus de substances dangereuses

L'interprétation simultanée sera assurée en anglais, français et allemand.

Le cadre magnifique de la conférence a Graz contribuera certainement a son succes.

De plus amples informations peuvent être obtenues auprès de:

UNIPEDE
Caroline HULMSTON
28 Rue Jacques Ibert,
Paris 75858 Cedex 17
France
Tel: 33 1 40 42 79 80
Fax: 33 1 40 42 60 52

În lucrare se analizează influenţa modului de separare a masei minerale interne asupra proceselor de aprindere şi ardere ale unei particule de cocs, faţă de lucrările de specialitate existente, este o încercare a autorului de elucidare a acestei dependenţe. Pentru aceasta se admit o serie de modele fizice şi matematice. Modelele fizice s-au împărţit în două grupe: 1- cu stratul de cenuşă format în urma arderii fixat pe suprafaţa particulei; 2- stratul de cenuşă antrenată în curentul de gaze. Pentru fiecare model fizic s-au creat modele matematice, întîi simplificate, care au permis rezolvarea analitică şi apoi complexe, rezolvate cu ajutorul calculatorului. În concluzie, timpul de ardere a particulei creşte în cazul în care stratul de cenuşă se admite fixat pe particulă (arderea neturbionată, sau arderea în strat), faţă de cazul în care acesta este antrenat de curentul de gaze.

Rezultatele sînt utile în proiectarea şi exploatarea instalaţiilor de pregătire şi ardere a prafului de cărbune pulverizat.

In this paper the influence of internal mineral mass separation upon the processes of lighting and burning coke particles, is analysed, with respect to the existing specialized works, an attempt to elucidate this dependency is made by the author. There are a series of physical and mathematical models to be analysed. The physical models are divided in two groups: 1 - with the burning resulted flyash fixed upon the particle surface; 2 - the flyash which is taken along to the flow gas current. For each physical model mathematical models were created, first simplified models allowing analytic solutions, then more complex ones, solved by means of computers. To conclude, the combustion time of the particle increases in the case of the flyash fixed on the particle (unswirled combustion or in-bed combustion) by comparison to the case of the flyash taken by the flow gas current.

The results are useful for the design and the operation of combustion and preparation installations of pulverized powdered coal.

DEPENDENŢA FUNCŢIILOR DINAMICE ALE ARDERII PARTICULEI DE COCS DE MODUL DE SEPARARE A CENUŞII INTERNE

Prof. dr. ing. CONSTANTIN NEAGA *

Descriptori : ardere, dinamică

Introducere

Masa minerală a cocsului (cărbunelui) constă din masa minerală internă şi externă. În urma arderii combustibilului solid din masa minerală rezultă cenuşă. Masa minerală (internă şi externă) influenţează desfăşurarea proceselor de aprindere şi ardere ale particulelor de cărbune la introducerea lor într-un focar, atît calitativ, cît şi cantitativ [4].

În lucrarea de faţă, se analizează influenţa cenuşii interne asupra evoluţiei în timp a

* Catedra Echipament termomecanic clasic şi nuclear, Universitatea "Politehnica", Bucureşti

cocs, cu determinarea în final a timpilor de aprindere şi ardere a acesteia.

Pentru dezvoltarea care urmează se admit următoarele două modele fizice de separare a cenuşii rezultată din ardere.

În urma arderii straturilor succesive de cocs (de la exterior spre interior) cenuşa rezultată rămîne fixă pe particulă, formînd un strat poros, prin care difuzează oxigenul pentru a asigura arderea stratului de cocs de sub anvelopa de cenuşă; evident, stratul de cenuşă constituie o "rezistenţă" suplimentară în procesul de transport al oxigenului, ceea ce conduce în final la creşterea timpului de ardere a particulei [9].

Al doilea model fizic, mai apropiat de realitate, are în vedere faptul că datorită turbulenţei în desfăşurarea proceselor şi existenţei vitezei relative între particulă şi mediul gazos înconjurător, particulele de cenuşă care se formează sînt antrenate în faza gazoasă din focar. În aceste condiţii, absenţa rezistenţei de difuzie a oxigenului prin stratul de cenuşă duce la micşorarea timpului de ardere a particulei.

În continuare, analiza se face gradat: aprinderea şi arderea într-un mediu "infint" de oxidant, într-un mediu "finit" (cu oxidant strict necesar), cu admiterea unor modele simplificate pentru a permite obţinerea unor dependenţe analitice utile în stăpînirea proceselor şi rezolvarea unor modele matematice mai complete, cu ajutorul calculatorului , pentru a obţine date necesare în proiectarea şi exploatarea instalaţiilor de ardere.

Notaţii

δ_o, δ - diametrul iniţial, respectiv curent al particulei, m;

T, T_a, T_p - temperatura curentă a particulei, respectiv a fazei gazoase şi a peretelui radiant al focarului, K;

τ - timpul, s;

ρ_c , ρ_a - densitatea cocsului, respectiv a cenuşii, kg/m^3

$c_c=a+bT$; $c_a=a_1+b_1T$ - căldura specifică a cocsului (variabilă cu temperatura), respectiv a cenuşii, J/(kg.K);

c_{O_2} ,c_{CO_2} - căldura specifică a oxigenului, respectiv a dioxidului de carbon, J/(kg.K);

$c_p^{*)}$ - căldura specifică la presiunea constantă a fazei gazoase, J/(m^{3}K);

*) unităţile de măsură se referă la condiţiile normale, 0° C şi 1,013 MPa

$\overline{K}$ - constanta globală a vitezei de reacţie (relaţia 3), m^3/s;

$\overline{k}$ - constanta globală a vitezei de reacţie (relaţia 6), m/s;

k - constanta cinetică a vitezei de reacţie, m/s;

β, β_c - coeficientul de schimb de substanţă în faza gazoasă, respectiv prin stratul de cenuşă, m/s;

D, D_i - coeficientul de difuzie moleculară în faza gazoasă, respectiv prin stratul de cenuşă, m^2/s;

σ_o - constanta Boltzmann, $\sigma_o=5,67\cdot10^{-8}$ W/(m$^2\cdot$K^4);

φ - coeficientul unghiular de radiaţie a particulei;

ε - coeficientul energetic de emisie a sistemului radiant;

α_a - coeficientul de convecţie termică de la particulă la aer, W/(m^2·K);

λ_a - conductivitatea termică a aerului, W(m.K);

λ - conductivitatea termică a cocsului (sau coeficientul de exces de aer), W/(m.K);

C_o, C_∞ - concentraţia iniţială de oxigen, respectiv "la infinit", kg/ m^3 ;

M_{O_2} - cantitatea de oxigen necesar arderii cocsului, kg/kg ;

Q_i^i - puterea calorifică inferioară cu referire la masa iniţială a cocsului, J/kg;

V_a - volumul de aer necesar arderii cocsului, m^3/kg.

1. Analiza cu ajutorul calculatorului a arderii particulei de cărbune, mediul oxidant fiind "infinit"

Modelarea matematică a influenţei masei minerale interne asupra particulei de cocs aflată într-un mediu "infinit" de oxidant se exprimă prin sistemul:

- stratul de cenuşă rezultat în urma arderii rămîne pe suprafaţa particulei constituind o "rezistenţă" pentru difuzia oxigenului:

- variaţia temperaturii particulei:

$$\frac{d}{d\tau}\left[\frac{\pi\delta^3}{6}\rho_c(a+bT)T+\left(\frac{\pi\delta_o^3}{6}-\frac{\pi\delta^3}{6}\right)\rho_a(a_1+b_1T)T\right]=$$

$$=\pi\delta_o^2\sigma_o\varepsilon\varphi(T_p^4-T^4)-\pi\delta_o^2\alpha_a(T-T_a)+$$

$$+\bar{K}C_\infty\frac{T_o}{T_a}\left[c_{O_2}T_a-\frac{44}{32}c_{CO_2}T\right]+\bar{K}\frac{C_\infty}{M_{O_2}}\frac{T_o}{T_a}Q_i^i; \quad (1)$$

• viteza de scădere a diametrului particulei:

$$\frac{d\delta}{d\tau}=-\frac{2}{\rho_c}\frac{\bar{K}}{\pi\delta^2}\frac{C_\infty}{M_{O_2}}\frac{T_0}{T_a}, \quad (2)$$

unde: c_{O_2}, c_{CO_2} reprezintă căldura specifică a oxigenului, respectiv a dioxidului de carbon, J/(kg.K); $c_a=a_1+b_1T$ - căldura specifică a cenuşii, variabilă cu temperatura, J/(kg.K); s-a admis temperatura stratului de cenuşă egală cu a particulei care arde;

δ_a - densitatea aparentă a cenuşii, kf/m^3; evident T_a = const.; constanta globală a vitezei de reacţie K se calculează cu relaţia:

$$\frac{1}{\bar{K}}=\frac{1}{\pi\delta_o^2\beta}+\frac{1}{\pi\delta^2\beta_c}+\frac{1}{\pi\delta^2k}, \text{ s/m}^3; \quad (3)$$

- în timpul arderii particulei, stratul de cenuşă, datorită turbulenţei, este antrenat în masa gazoasă, modelul matematic fiind:

• variaţia temperaturii particulei:

$$\frac{d}{d\tau}\left[\frac{\pi\delta^3}{6}\rho_c(a+bT)T\right]=\pi\delta^2\sigma_o\varepsilon\varphi(T_p^4-T^4)-$$

$$-\pi\delta^2\alpha_a(T-T_a)+\pi\delta^2\bar{k}C_\infty\frac{T_o}{T_a}\left[c_{O_2}T_a-\frac{44}{32}c_{CO_2}T\right]+$$

$$+\pi\delta^2\bar{k}\frac{C}{M_{O_2}}\frac{T_o}{T_a}Q_i^i; \quad (4)$$

• viteza de scădere a diametrului particulei:

$$\frac{d\delta}{d\tau}=-\frac{2}{\rho_c}\bar{k}\frac{C_\infty}{M_{O_2}}\frac{T_o}{T_a}, \quad (5)$$

unde constanta globală a vitezei de reacţie $\bar{k}$ se calculează cu relaţia:

$$\frac{1}{\bar{k}}=\frac{1}{\beta}+\frac{1}{k}, \text{ s/m}. \quad (6)$$

În figura 1 *a* se arată variaţia în timp a funcţiilor, temperatura *T* şi diametrul particulei de cărbune δ obţinută în urma rezolvării modelului matematic (1) şi (2), cu admiterea stratului de cenuşă fixat pe suprafaţa particulei care arde.

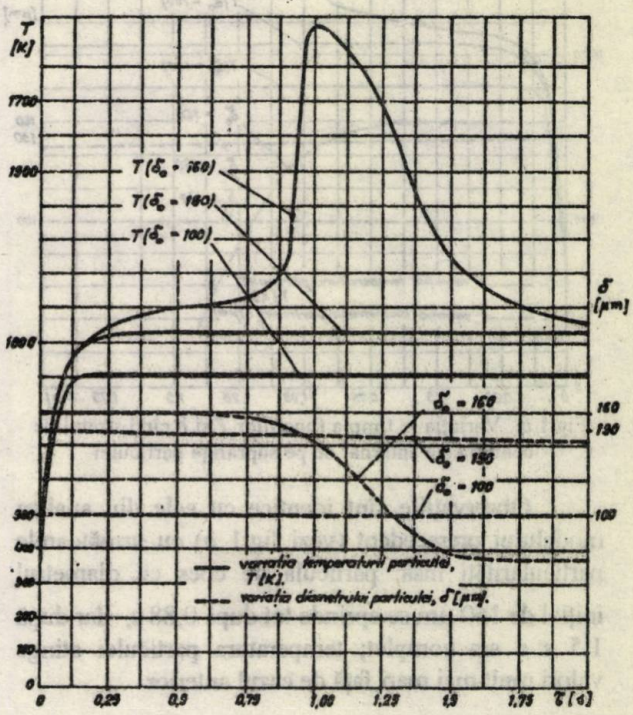


Fig.1 *a*. Variaţia în timp a funcţiilor *T* şi δ în cazul în care stratul de cenuşă rămîne pe suprafaţa particulei.

Se constată (fig.1 *a*), că pentru condiţiile iniţiale admise, particulele cu diametrul iniţial $\delta_o < 160$ μm nu se aprind în timp practic; temperaturile acestora cresc la început pe seama radiaţiei pereţilor focarului, după care rămîn constante. Particula cu diametrul iniţial de 160 μm, se aprinde după 0,88 s (temperatura acesteia creşte brusc), iar după 1,5 s se stinge, deoarece temperatura ei scade; stratul de cenuşă format pe suprafaţa ei împiedică accesul oxigenului şi transferul de căldură prin radiaţie şi conducţie de la aceasta spre pereţii focarului şi spre faza gazoasă înconjurătoare şi duce la scăderea temperaturii sub cea de ardere.

Soluţia modelului (4)-(5), cu admiterea antrenării, din cauza turbulenţei sau a vitezei mediu-particulă a stratului de cenuşă de pe suprafaţa particulei este prezentată în figura 1 *b*.

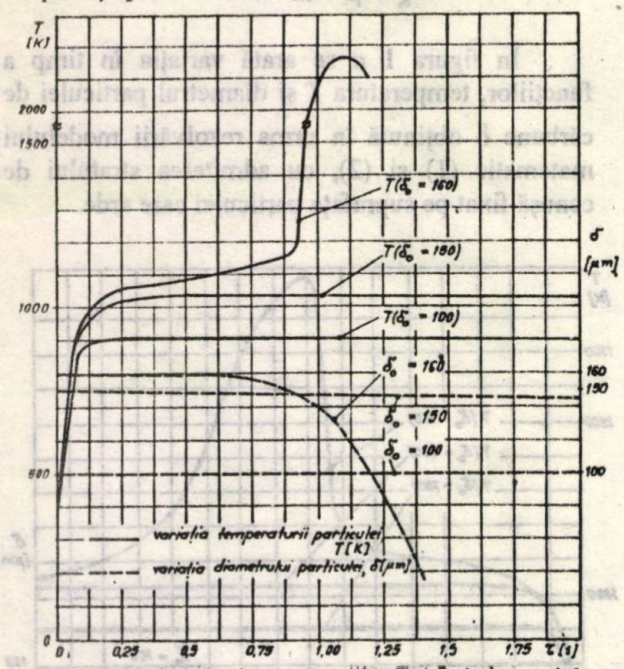


Fig.1 *b* . Variaţia în timp a funcţiilor T şi δ cînd stratul de cenuşă este antrenat de pe suprafaţa particulei.

Observaţiile sînt identice cu cele din analiza modelului prerecedent (vezi fig.1 *a*) cu următoarele particularităţi însă: particula de cocs cu diametrul iniţial de 160 μm se aprinde tot după 0,88 s, dar după 1,5 s a ars complet; temperatura particulei atinge valori mult mai mari faţă de cazul anterior.

2. Analiza proceselor de aprindere şi ardere ale particulei introduse într-un volum finit (strict necesar) de oxidant

Practic, procesele de aprindere şi ardere ale particulei au loc într-un volum finit de oxidant (stoechiometric), a cărui concentraţie de oxigen scade în timp. În aceste condiţii, schimburile calorice între particulă şi corpurile înconjurătoare duc la variaţia temperaturii fazei gazoase.

2.1. Calculul analitic al aprinderii particulei de cărbune

Pentru aceasta, ecuaţiei (7), care exprimă variaţia temperaturii particulei în timpul aprinderii, i se adaugă următoarea ecuaţie, care modelează variaţia temperaturii în timp a fazei gazoase:

$$\frac{dT}{d\tau} + \frac{12\lambda_a}{\rho_c c_c \delta_o^2}(T - T_a) - \frac{6\sigma_o \varepsilon \varphi}{\rho_c c_c \delta_o} T_p^4 = 0; \quad (7)$$

$$\frac{d}{d\tau}\left(\frac{\pi\delta_o^3}{6}\rho_c c_p V_a T_a\right) = \pi\delta_o^2 \alpha_a (T - T_a), \quad (8)$$

unde:

V_a este volumul de aer necesar arderii cocsului, m^3/kg ;

c_p - căldura specifică la presiune constantă a aerului, $J/(m^3/K)$.

În acest mod se obţine sistemul de ecuaţii diferenţiale, care, pentru simplificare, se scrie astfel:

$$\frac{dT_a}{d\tau} - a(T - T_a) = 0; \quad (9)$$

$$\frac{dT}{d\tau} + b(T - T_a) - c = 0,$$

unde s-au notat:

$$a = \frac{12\lambda_a}{\rho_c c_p \delta_o^2 V_a}; b = \frac{12\lambda_a}{\rho_c c_c \delta_o^2}; c = \frac{6\sigma_o \varepsilon \varphi}{\rho_c c_c \delta_o} T_p^4 \quad (10)$$

Dacă pentru $\tau = 0$, $T = T_a = T_o$, atunci soluţia sistemului (9) este:

$$T = T_o + \frac{bc}{(a+b)^2}\left[1 + \frac{a}{b}(a+b)\tau - e^{-(a+b)\tau}\right]. \quad (11)$$

Legea de variaţie a temperaturii fazei gazoase T_a se obţine din ecuaţia a doua a sistemului (9).

Momentul în care temperatura T a particulei devine egală cu temperatura de aprindere T_i, proprie sistemului considerat, atunci ea se aprinde şi apoi arde pe seama oxigenului din faza gazoasă a cărei concentraţie scade continuu.

2.2. Calculul analitic al arderii particulei de cărbune

Pentru calculul analitic al procesului de ardere într-un volum finit de oxidant, schematic se

admite că sistemul de particule care ard este format din module; un modul constă dintr-o particulă şi faza ei gaxoasă corespunzătoare.

Diametrul anvelopei gazoase se calculează cu relaţia [2]:

$$\mathcal{D} = \delta_o \sqrt[3]{\left[\lambda + r(\zeta + \lambda_r - 1) + (\zeta - 1)(1 - \delta^3 / \delta_o^3)\right] \rho_c V_{aum}^o} \quad \text{în m,} \tag{12}$$

unde:

λ este coeficientul mediu de exces de aer în zona de ardere;

λ_r - coeficientul de exces de aer în zona de recirculare a gazelor;

r - gradul de recirculare naturală (internă şi externă), sau forţată;

ζ - gradul de creştere a volumului fazei gazoase în urma procesului de ardere, $\zeta = V_g^o / V_{aum}^o$; în (12) s-a neglijat volumul propriu al particulei.

Din ecuaţia de bilanţ material al oxigenului la un moment dat în anvelopa gazoasă, se găseşte concentraţia medie a acestuia [2; 8; 9]:

$$\bar{C} = \frac{\lambda - 1 + r(\lambda_r - 1) + \delta^3 / \delta_o^3}{\lambda + r(\zeta + \lambda_r - 1) + (\zeta - 1)(1 - \delta^3 / \delta_o^3)} C_o, \tag{13}$$

unde C_o = 0,21.32/22,4 = 0,3 kg/m^3 este concentraţia oxigenului în mediul înconjurător.

Variaţia concentraţiei de oxigen cu raza curentă a anvelopei gazoase rezultă din rezolvarea ecuaţiei difuziei în coordonate sferice (suprafeţele de concentraţie constantă sînt sfere concentrice).

$$C = C_p + (C_\infty - C_p)(1 - \frac{\delta}{2r}) \frac{\mathcal{D}}{\mathcal{D} - \delta}, \tag{14}$$

unde C_∞ este concentraţia oxigenului pe suprafaţa anvelopei, a sferei cu diametrul $\mathcal{D}$.

Între concentraţia medie $\bar{C}$ (rel.13) şi concentraţia C (rel.14) există dependenţa rezultată din relaţia

$$\int_{\delta/2}^{\mathcal{D}/2} 4\pi r^2 C dr = \frac{\pi}{6}(\mathcal{D}^3 - \delta^3)\bar{C}, \tag{15}$$

de unde

$$\bar{C} = C_p + (C_\infty - C)\frac{\mathcal{D}}{\mathcal{D} - \delta}\left[1 - \frac{3}{2}\frac{\mathcal{D}^2 - \delta^2}{\mathcal{D}^3 - \delta^3}\delta\right] \tag{16}$$

Deoarece $\delta \ll \mathcal{D}$ (de exemplu, pentru huilă, în momentul iniţial şi fără recirculare $\mathcal{D} = 21\ \delta_o$) acesta se poate neglija faţă de diametrul anvelopei şi $\bar{C} \simeq C_\infty$ (acelaşi exemplu, dar calculul exact, fără neglijarea lui δ, conduce la $\bar{C} = 0{,}975 C_\infty$). În concluzie, în calcule se poate folosi în loc de C_∞ concentraţia medie $\bar{C}$, a cărei expresie (13) se cunoaşte.

Introducînd în relaţia 30 [1] expresia lui C_∞ egală cu (13), după transformări se găseşte expresia timpului total curent de ardere

$$\tau_{ac} = (\lambda + r\lambda_r)\frac{\rho_c M_{O_2}}{2C_o}\delta_o^3\left[\frac{1}{2\delta D} I_{dc} + \frac{1}{2D_i} I_{cc} + \frac{1}{k} I_{kc}\right], \tag{17}$$

unde integralele din membrul drept se calculează cu relaţiile:

$$I_{dc} = \int_\delta^{\delta_o} \frac{\delta^2}{n^3\delta_o^3 + \delta^3} d\delta;$$

$$I_{cc} = \int_\delta^{\delta_o} \left[\frac{\delta}{n^3\delta_o^3 + \delta^3} - \frac{\delta^2}{\delta_o(n^3\delta_o^3 + \delta^3)}\right] d\delta; \tag{18}$$

$$I_{kc} = \int_\delta^{\delta_o} \frac{1}{n^3\delta_o^3 + \delta^3} d\delta.$$

S-a notat $n^3 = \lambda - 1 + r(\lambda_r - 1)$; s-a admis în formula (17) $\zeta = 1$. Pentru cocs $\zeta \sim 1$; pentru şist bituminos $\zeta = 1{,}241$; pentru lignit de Motru $\zeta = 1{,}33652$.

Integrala I_{dc} cu care poate determina timpul curent de ardere în regim difuziv extern are expresia:

$$I_{dc} = \frac{1}{3}\ln(n^3\delta_o^3 + \delta^3)\Big|_\delta^{\delta_o},$$

care pentru $\delta = 0$ devine :

$$I_d = \frac{1}{3} \ln \frac{n^3 + 1}{n^3}.$$

Analog:

$$I_{cc} = \left[-\frac{1}{6n\delta_o} \ln \frac{(n\delta_o + \delta)^2}{n^2\delta_o^2 - n\delta_o\delta + \delta^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\sqrt{3}n\delta_o} \operatorname{arctg} \frac{2\delta - n\delta_o}{\sqrt{3}n\delta_o} \right]_{\delta}^{\delta_o} - \frac{1}{\delta_o} I_{dc},$$

care pentru $\delta = 0$ devine :

$$I_c = -\frac{1}{6n\delta_o} \ln \frac{(n+1)^2}{n^2 - n + 1} + \frac{1}{\sqrt{3}n\delta_o} \left[\operatorname{arctg} \frac{2-n}{\sqrt{3}n} - \right.$$

$$\left. - \operatorname{arctg}\left(-\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \right] - \frac{1}{\delta_o} I_d; \qquad (20)$$

$$I_{kc} = \left[\frac{1}{6n^2\delta_o^2} \ln \frac{(n\delta_o + \delta)^2}{n^2\delta_o^2 - n\delta_o\delta + \delta^2} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{\sqrt{3}n^2\delta_o^2} \operatorname{arctg} \frac{2\delta - n\delta_o}{\sqrt{3}n\delta_o} \right]_{\delta}^{\delta_o};$$

pentru $\delta = 0$ devine:

$$I_k = \frac{1}{6n^2\delta_o^2} \ln \frac{(n+1)^2}{n^2 - n + 1} + \frac{1}{\sqrt{3}n^2\delta_o^2} \left[\operatorname{arctg} \frac{2-n}{\sqrt{3}n} - \right.$$

$$\left. - \operatorname{arctg}\left(-\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \right] \qquad (21)$$

Limitîndu-se numai la arderea particulei în regim difuziv (extern şi intern) raportul între timpul de ardere, ţinînd seama de stratul de cenuşă pe suprafaţa particulei, şi timpul de ardere fără cenuşă, devine:

$$\frac{\tau_{a(\text{cenuşă})}}{\tau_a} = \frac{\frac{1}{2\delta_o D} I_d + \frac{1}{2D_i} I_c}{\frac{1}{2\delta_o D} I_d + \frac{1}{2D} I_c} = \frac{\frac{1}{\delta_o} I_d + \frac{D}{D_i} I_c}{\frac{1}{\delta_o} I_d + I_c}, \qquad (22)$$

care este un raport supraunitar, deoarece $D/D_i > 1$.

Dacă n=1, 1-1+0,2(1,2-1)=0,14, atunci I_d=1,967 şi $I_c + 18,37/\delta_o$

Deci

$$\frac{\tau_{a(\text{cenuşă})}}{\tau_a} = \frac{1,967 + 18,37\, D/D_i}{1,967 + 18,37} = 1,906,$$

ceea ce reprezintă o creştere a timpului de ardere, în cazul existenţei stratului de cenuşă pe suprafaţa particulei, cu 90,6 %.

Dacă volumul de oxidant V_a devine infinit, din (10) se deduce că a=0 şi relaţia (11) capătă forma redată prin expresia (8) [1].

2.3. Analiza cu ajutorul calculatorului a aprinderii particulei de cărbune

Modelul matematic complet al aprinderii particulei de cărbune în cazul volumului finit de oxidant ţinînd seama şi de termenul care reprezintă dezvoltarea căldurii în urma oxidării carbonului este următorul :

$$\frac{dT}{d\tau} = \frac{6\sigma_o \varepsilon \alpha}{\rho_c \delta_o} \frac{T_p^4 - T^4}{a + 2bT} - \frac{12\lambda_a}{\rho_c \delta_o^2} \frac{T - T_a}{a + 2bT} +$$

$$+ \frac{6}{\rho_c \delta_o} \frac{\bar{k}}{M_{O_2}} \frac{T_o}{T_a} \frac{C_\infty}{a + bT} Q_i^i; \qquad (23)$$

$$\frac{dT_a}{d\tau} = \frac{12\lambda_a}{\rho_c c_p V_a \delta_o^2} (T - T_a), \qquad (24)$$

unde pentru C_∞ se foloseşte relaţia (13) în care se admit $\zeta = 1$ şi $\delta^3 / \delta_o^3 = 1$, iar pentru constanta globală a reacţiei $\bar{k}$, relaţia (6).

Rezolvarea numerică a modelului (23)-(24) este prezentată în figura 2, în care diametrul iniţial al particulei δ_o s-a admis parametru variabil.

Prin rezolvarea modelului anterior s-a urmărit determinarea numai a timpului de aprindere, moment desemnat de creşterea bruscă a temperaturii particulei. Din analiza curbelor rezultă că timpul de aprindere creşte cu creşterea diametrului iniţial al particulei şi că pe măsură ce diametrul particulelor creşte se măreşte diferenţa între temperaturile particulei şi faza gazoase, deoarece schimbul de căldură scade.

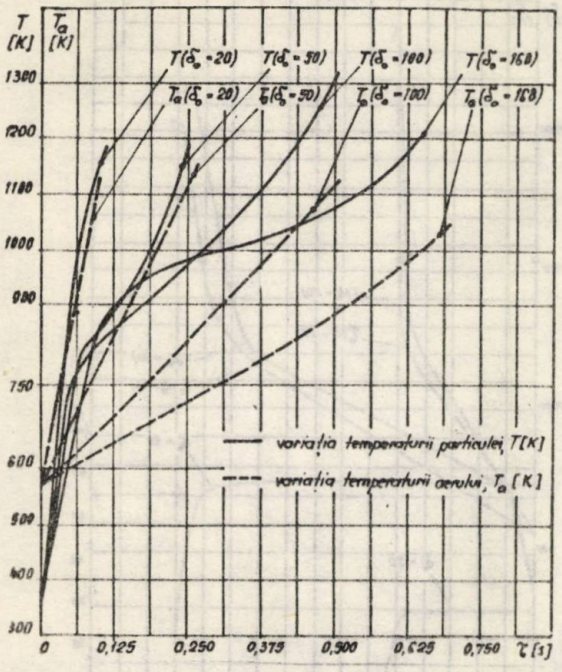


Fig.2 Dinamica aprinderii particulei de cocs introdusă într-un volum strict necesar de oxidant.

2.4. Analiza cu ajutorul calculatorului a arderii particulei de cărbune

Arderea particulei de cocs în volum finit de oxidant este modelată de sistemele:

- stratul de cenuşă rămîne pe suprafaţa particulei; sistemul este format din ecuaţiile (1) şi (2) la care se adaugă legea de variaţie în timp a temperaturii fazei gazoase:

$$\frac{d}{d\tau}\left[\frac{\pi\delta_o^3}{6}\rho_c V_g c_g T_a\right] = \pi\delta_o^2\alpha_a(T - T_a) - \bar{K}C_\infty\frac{T_o}{T_a}\left[c_{O_2}T_a - \frac{44}{32}c_{CO_2}T\right], \quad (25)$$

unde volumul fazei gazoase are expresia:

$$V_g = \lambda\zeta V_{aum}^o + rV_g(\lambda_r), \quad m^3/kg; \quad (26)$$

- stratul de cenuşă este antrenat în faza gazoasă; sistemul este format din ecuaţiile (4), (5) la care se adaugă ecuaţia:

$$\frac{d}{d\tau}\left[\frac{\pi\delta_o^3}{6}\rho_c c_g V_g T_a + \left(\frac{\pi\delta_o^3}{6} - \frac{\pi\delta^3}{6}\right)\rho_c\frac{A^i}{100}(a_1 + b_1 T_a)T_a\right] =$$

$$\pi\delta^2\alpha_a(T - T_a) - \pi\alpha^2 k C_\infty\frac{T_o}{T_a}(c_{O_2}T_a - \frac{44}{32}c_{CO_2}T) -$$

$$-\pi\delta^2\frac{\rho_c}{2}\frac{A_i}{100}(a_1 + b_1 T)T\frac{d\delta}{d\tau}, \quad (27)$$

care reprezintă variaţia în timp a temperaturii gazelor, încărcate cu particule de cenuşă desprinse de pe particula de cocs care arde.

Variaţia în timp a funcţiilor T, T_a şi δ din modelul matematic (1), (2) şi (25) este prezentată în figurile 3 a si 3 b.

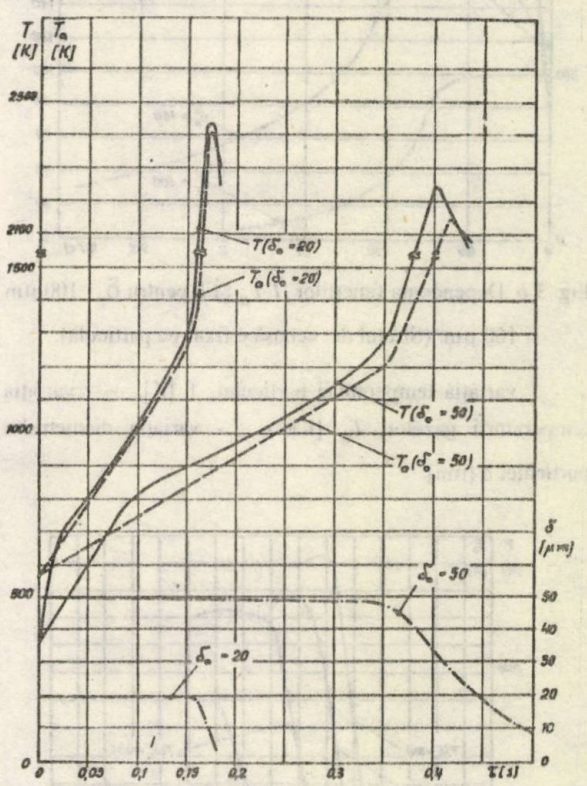


Fig.3 *a* Dinamica funcţiilor T, T_a şi δ pentru δ_o = 20 μm şi 50 μm.
(Stratul de cenuşă e fixat pe particulă):
—— variaţia temperaturii particulei, T [K]; ----- variaţia temperaturii gazelor, T_a [K]; - · - variaţia diametrului particulei δ [μm].

Graficele permit determinarea timpilor de aprindere şi ardere ai particulelor cu valori diferite ale diametrelor iniţiale.

Aceleaşi dependenţe (modelul matematic format din ecuaţiile 4, 5 şi 27) sînt prezentate în figurile 4 *a* şi 4 *b*.

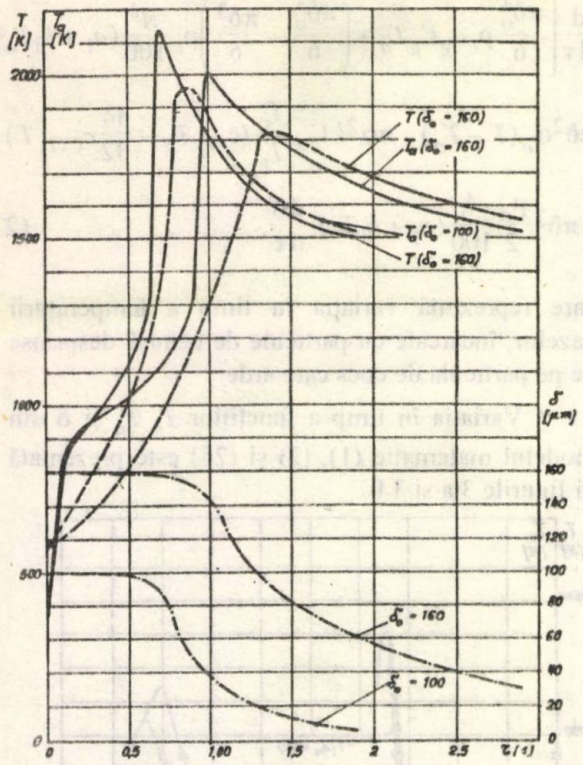


Fig. 3 *b*. Dependenţa funcţiilor T, T_a şi δ pentru $\delta_0 = 100$ µm şi 160 µm. (Stratul de cenuşă e fixat pe particulă):

variaţia temperaturii particulei, T [K]; ----- variaţia temperaturii gazelor, T_a [K]; - · - variaţia diametrului particulei δ [µm].

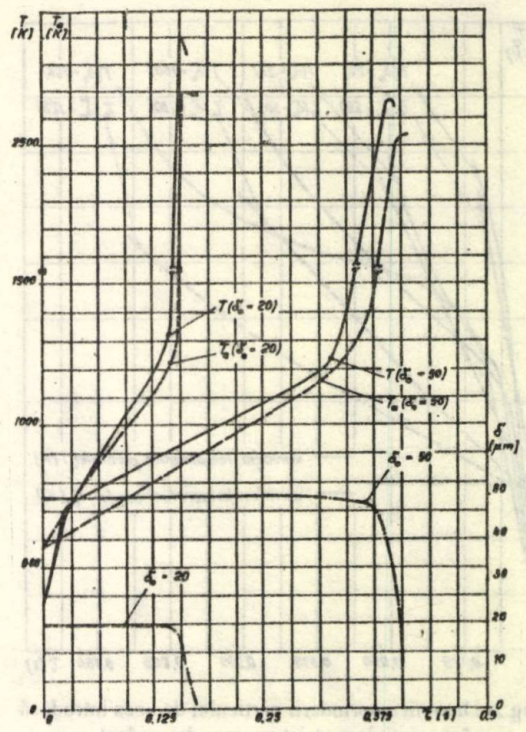


Fig. 4 *a*. Dinamica funcţiilor T, T_a şi δ pentru $\delta_0 = 20$ µm şi 50 µm. (Stratul de cenuşă este antrenat în faza gazoasă):

——— variaţia temperaturii particulei, T [K]; ----- variaţia temperaturii gazelor, T_a [K]; - · - variaţia diametrului particulei δ [µm].

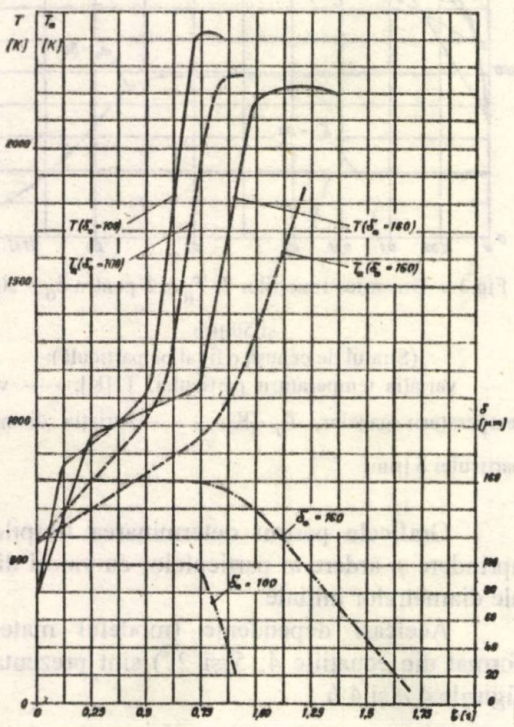


Fig. 4 *b*. Dinamica funcţiilor T, T_a şi δ pentru $\delta_0 = 100$ µm şi 160 µm. (Stratul de cenuşă este antrenat în faza gazoasă):

——— variaţia temperaturii particulei, T [K]; ----- variaţia temperaturii gazelor, T_a [K]; - · - variaţia diametrului particulei δ [µm].

În figura 5 se prezintă variaţia timpului de aprindere τ_i , în s, şi a timpului de ardere τ_a, în s, în funcţie de diametrul iniţial al particulei, pentru ultimele două modele analizate.

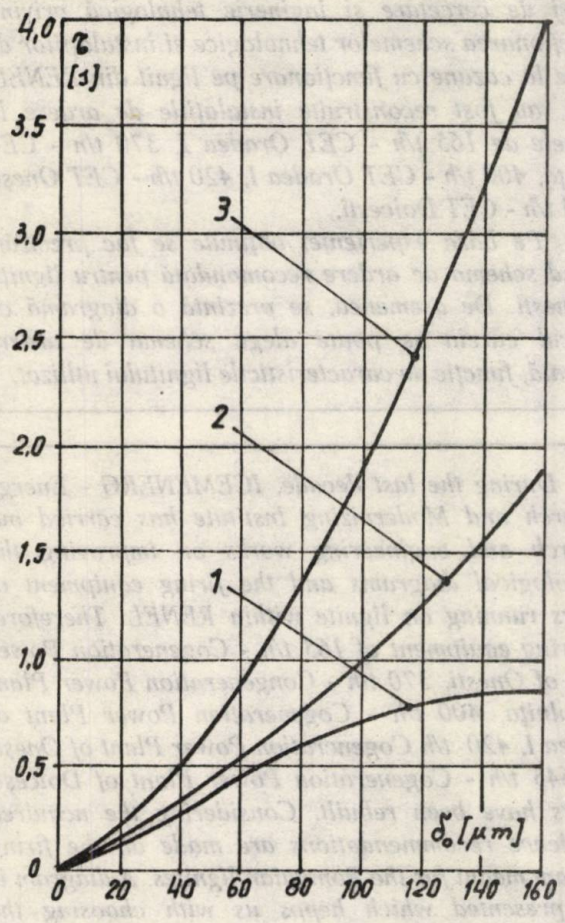


Fig.5. Variaţia timpilor de aprindere şi ardere cu diametrul iniţial al particulei: 1 - dependenţa $\tau_i = f_1(\delta_0)$; 2 - dependenţa $\tau_a = f_2(\delta_0)$, în cazul în care stratul de cenuşă este antrenat în faza gazoasă; 3 - dependenţa $\tau_a = f_3(\delta_0)$ în cazul în care stratul de cenuşă rămîne fixat pe particula care arde.

În ambele cazuri (stratul de cenuşă rămîne pe particulă sau este antrenat de curentul gazos) timpul de aprindere este acelaşi, crescînd odată cu creşterea diametrului iniţial al particulei (curba 1, fig.5); timpul de ardere a particulei diferă însă semnificativ de la un model la altul. Astfel, în cazul antrenării cenuşii (curba 2, fig.5) timpul de ardere este mult mai mic faţă de timpul de ardere a particulei pentru care se admite că stratul de cenuşă care se formează în procesul de ardere rămîne fixat pe aceasta.

Concluzii

• Modelele matematice simplificate (pentru a permite rezolvarea analitică), cît şi cele mai complete, rezolvate cu ajutorul calculatorului, arată influenţa masei minerale (cenuşa internă) asupra variaţiei în timp a funcţiilor, cum ar fi temperatura particulei, temperatura fazei gazoase şi diametrul particulei.

• Arderea turbulentă, cu îndepărtarea stratului de cenuşă de pe suprafaţa particulei, duce la valori mai mici ale timpului de ardere.

• Prin noţiunea de timp practic de ardere se înţelege timpul necesar arderii în focar a particulei, a cărei valoare este mai mică decît timpul de staţionare a gazelor în focar.

În cazul arderii cu excese mari de aer s-a demonstrat existenţa unor particule, care în condiţiile admise în rezolvarea modelului nu se aprind, şi deci nu ard, ducînd astfel la mărirea pierderilor de căldură prin ardere mecanic incompletă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Neaga, C. *Contribuţii la studiul recirculării gazelor de ardere la cazanele de abur funcţionînd cu cărbune pulverizat*, teză de doctorat, Inst. Politehnic Bucureşti., 1977, 171 pg; 153 titl. bibliograf.

[2] Carabogdan, Gh. I. *Studiul vitezei de ardere a particulei de combustibil solid, în cazul în care viteza relativă mediu-particulă este nulă*, teză de doctorat, Inst. Politehnic Bucureşti, 1967.

[3] Singer, H.G. *Contribuţii la studiul procesului de ardere a cărbunelui pulverizat*, teză de doctorat, Inst. Politehnic Bucureşti, 1975.

[4] Neaga, C. *Influenţa conţinutului de steril asupra timpului de ardere a particulei de şist bituminos*. In: Bul. Inst. Polit. Bucureşti, seria Mecanică, Nr.3, 1980, pg.81-88.

[5] Field, M.A. and others - *Combustion of Pulverized Coal*, BCURA, Leatherheadm, 1967, 402 s.

[6] Zelkowski, I. *Kohleverbrennung. Brennstoff, Physik und Theorie, Technik*. In: VGB, Krafwerkstechnik GMBH, Essen, 1986, 431 s.

[7] Hzmalian, D.M. i Kagan, Ia.A. *Teoriia goreniia i topocinîe ustroistva*, "Energhiia", Moskva, 1976, 488 st.

[8] Vilenskii, T.V., I Hzmalian, D.M. *Dinamica goreniia pîlevidnogo topliva*, "Energiia", Moskva, 1978, 248 st.

[9] Babii, V.I. i Kuvaev, Iu.F. *Gorenie ugolnoi pîli i rasciot pîleugolnogo fakela*, Moskva, Energoatomizdat, 1986, 208 st.

(Referent: ing. Cristian Totolo ICEMENERG)

(Primit la 17 februarie 1994, acceptat la 18 octombrie 1994)

EXPERIENȚA PRIVIND ARDEREA ÎN STARE PULVERIZATA A LIGNIȚILOR ROMÂNEȘTI LA CAZANE ENERGETICE DE DEBIT MARE

Ing. MIRCEA RĂDULESCU *

În ultimul deceniu ICEMENERG a executat lucrări de cercetare şi inginerie tehnlogică privind perfecţionarea schemelor tehnologice şi instalaţiilor de ardere la cazane cu funcţionare pe lignit din RENEL. Astfel, au fost reconstruite instalaţiile de ardere la cazanele de 165 t/h - CET Oradea I, 370 t/h - CET Işalniţa, 400 t/h - CET Oradea I, 420 t/h - CET Oneşti şi 645 t/h - CET Doiceşti.

Pe baza experienţei obţinute se fac precizări privind schema de ardere recomandată pentru ligniţii româneşti. De asemenea, se prezintă o diagramă cu ajutorul căreia se poate alege schema de ardere adecvată, funcţie de caracteristicile lignitului utilizat.

During the last decade, ICEMENERG - Energy Research and Modernizing Institute has carried out research and engineering works on improving the technological diagrams and the firing equipment of boilers running on lignite within RENEL. Therefore, the firing equipment of 165 t/h - Cogeneration Power Plant of Oneşti, 370 t/h - Congeneration Power Plant of Işalniţa, 400 t/h - Cogeneration Power Plant of Oradea I, 420 t/h Cogeneration Power Plant of Oneşti and 645 t/h - Cogeneration Power Plant of Doiceşti boilers have been rebuilt. Considering the acquired experience recommendations are made on the firing diagram meant for the Romanian lignites. A diagram is also presented which hepps us with choosing the proper firing diagram according to the lignite characteristics.

Descriptori: ardere ligniţi, cazane

Ligniţii, deşi combustibili inferiori şi dificili, rămîn şi pentru următorii ani o resursă energetică importantă pentru producerea de energie electrică sau producere combinată de energie electrică şi energie termică.

Ligniţii româneşti, din punctul de vedere al caracteristicilor interesînd măcinarea şi arderea, se pot împărţi în două categorii:

- ligniţii cu conţinut ridicat de umiditate W_t^i = 35 - 55 % şi conţinut moderat de cenuşă A^i = 20 - 35 % (bazinul Oltenia, Horezu, Căpeni, Sf. Gheorghe);

- ligniţii cu conţinut moderat de apă W_t^i = 25 - 35 % şi conţinut ridicat de cenuşă A^i = 30 - 45 % (bazinul Muntenia, Ardealul de nord).

Soluţiile tehnice experimentate de ICEMENERG în ultimul deceniu pentru arderea ligniţilor româneşti fără foc, de susţinere cu hidrocarburi, au fost următoarele [1] :

a) cazan 165 t/h - CET Oradea I (pentru analiză comparativă);

- schema de ardere cu insuflare semidirectă;
- schema de ardere cu insuflare semiindirectă;

*) Tehnologii în Instalaţii Moderne - TERMICO Bucureşti

• schema de ardere cu insuflare semiindirectă;

• schema de ardere cu insuflare directă cu concentratoare de praf într-o singură treaptă;

b) cazan 370 t/h - CET Işalniţa şi cazan 400 t/h - CET Oradea I:

• schema de ardere cu insuflare directă cu concentratoare de praf în două trepte;

c) cazan 420 t/h cu mori ventilator cu ciocane - CET Borzeşti II:

• schema de ardere cu insuflare directă cu concentratoare de praf în două trepte, cu rezistenţă gazodinamică redusă;

d) cazan 645 t/h - CET Doiceşti :

• schema de ardere cu insuflare directă şi recirculaţie de gaze de ardere pentru reducerea zgurificării focarului.

Rezultatele experimentărilor efectuate la cazanul de 165 t/h din CET Oradea I cu cele trei scheme tehnologice de ardere sînt prezentate în tabelul 1, pentru diferite sorturi de lignit. Experienţa de exploatare a impus schema de ardere cu concentratoare de praf, datorită simplităţii ei în exploatare şi unui volum redus de lucrări de reparaţii şi întreţinere faţă de celelalte două scheme, deşi acestea au performanţe tehnice superioare.

Ca urmare, schema de ardere cu concentratoare de praf a fost experimentată apoi în soluţii perfecţionate (două trepte, rezistenţă gazodinamică redusă) la cazane de debit mai mare. Performanţele realizate în exploatare de instalaţiile de ardere cu concentratoare de praf sînt prezentate în tabelul 2. Este de reţinut faptul că pentru prevenirea zgurificării focarului s-a stabilit că încărcarea termică specifică a brîului arzătoarelor trebuie să aibă valoarea de 1,16 - 1,20 MW/m^2.

Tabelul 1

Indicatori de funcţionare ai cazanului de 165 t/h pentru diferite scheme de ardere

	Schema de ardere		
	Insuflare semiindirectă	Insuflare semidirectă	Insuflare directă cu concentrator de praf
1. Caracteristicile lignitului utilizat:			
- conţinut de umiditate, W_t^t, %	37,5	46,2 48,2	30,6
- conţinut de cenuşă, A^i, %	37,9	32,6 26,8	38,4
A^{anh}, %	63,5	60,6 51,7	55,3
- putere calorifică inferioară, MJ/kg	4,6	3,35 4,25	6,61
2. Sarcina minimă fără foc de susţinere cu hidrocarburi, %	35	45	60
3. Încărcări termice specifice:			
- brîul arzătoarelor, MW/m^2	1,16	1,16	1,20
- brîul arzătoarelor de bază, MW/m^2	0,95	0,95	1,24

Tabelul 2

Performanţe de funcţionare ale cazanelor echipate cu concentratoare de praf

	Cazanul									
	165 t/h		370 t/h		400 t/h		420 t/h		645 t/h	
1. Tipul concentratorului de praf	o treaptă		două trepte		două trepte		două trepte		fără concentrator de praf	
2. Gradul de separare:										
- praf, g	0,91		0,80		0,96		0,85		-	
- agent de uscare, l	0,44		0,50		0,64		0,52		-	
- raportul l/g	0,48		0,63		0,67		0,61		-	
3. Încărcarea termică specifică a brîului arzătoarelor, MW/m^2	1,20		2,02		1,68		1,16		1,89	
4. Caracteristicile lignitului utilizat:										
- conţinut de umiditate, W_t^i, %	26,6	30,6	42,2	39,3	36,4	37,8	39,2	37,2	27,8	
- conţinut de cenuşă, A^i, %	28,7	38,4	23,1	29,3	27,1	29,1	25,9	30,9	38,5	
A^{anh}, %	39,1	55,3	40,0	48,3	42,6	46,8	42,6	49,2	53,3	

Tabelul 2 (continuare)

		Cazanul									
		165 t/h		370 t/h		400 t/h		420 t/h		645 t/h	
5.	- putere calorifică inferioară, MJ/kg	11,8	6,61	7,27	6,46	7,97	6,89	7,87	6,55	7,65	
	Sarcina cazanului:										
	- maximă, fără zgurificare, %	100		98		84		100		85	
	- minimă, fără foc de susţinere cu hidrocarburi, %	60		65		60		52			

La cazanele la care acest indicator are o valoare mai mare nu s-a putut realiza sarcina nominală. Sarcina minimă a cazanelor realizabilă fără foc de susţinere cu hidrocarburi este de circa 60 %.

Prin cercetările experimentale efectuate de ICEMENERG s-a constatat că praful de lignit obţinut în instalaţii de preparare cu mori ventilator cu ciocane prezintă caracteristici energetice diferite la separarea pe clase granulometrice [2]. Astfel, praful cu granulaţie grobă este bogat în materii combustibile, avînd o putere calorifică ridicată şi un conţinut redus de cenuşă, în timp ce praful fin, cu granulaţie sub 0,090 mm, este foarte sărac în materii combustibile, avînd o putere calorifică redusă şi un conţinut ridicat de cenuşă (fig. 1).

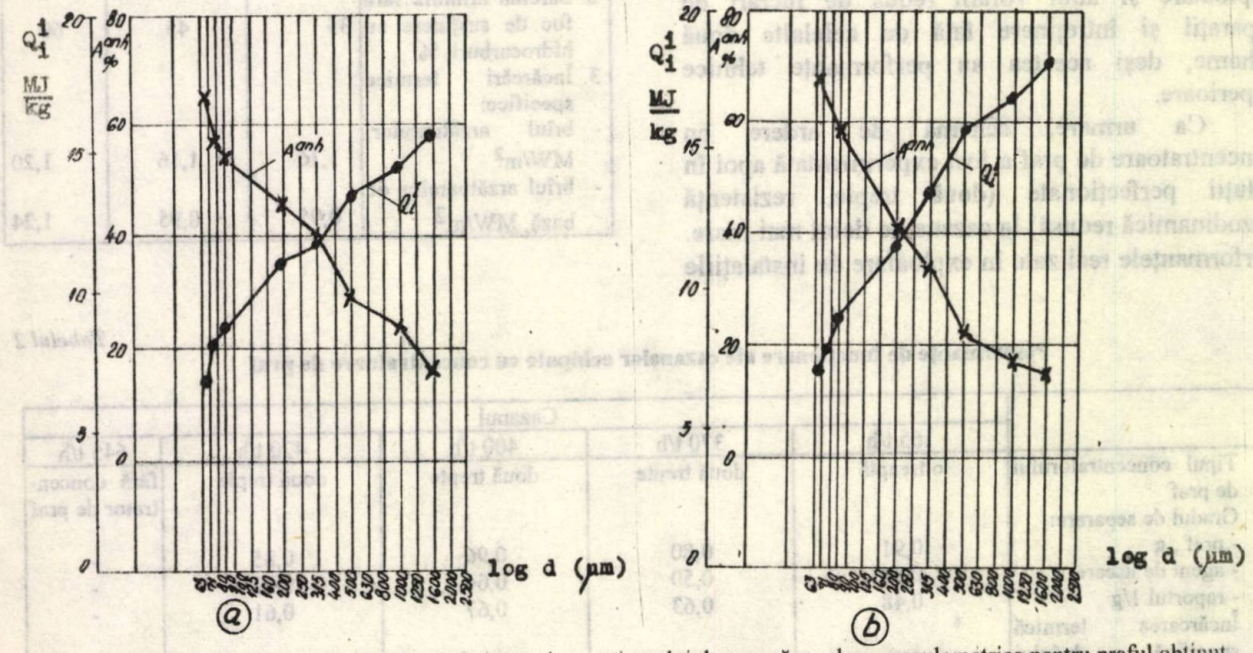


Fig. 1. Variaţia puterii calorifice inferioare şi a conţinutului de cenuşă pe clase granulometrice pentru praful obţinut la măcinarea lignitului în mori ventilator cu ciocane.

		(a) Bazinul Oltenia	(b) Bazinul Căpeni
Lignitul brut	Q_i^i MJ/kg	6,66	7,17
	W_t^i %	39,1	35,5
	A^{anh} %	42,4	46
Praful de lignit	R 1000 %	8,2	4,1
	R 90 %	63,5	52,3

Pe baza acestei constatări a fost pus la punct de către ICEMENERG un procedeu nou şi un concentrator de praf de construcţie simplă, care permit arderea prafului de lignit cu performanţe ridicate, deoarece concentratorul de praf nu afectează în mare măsură debitul de cărbune măcinat de moară [3, 4]. Noul concentrator de praf a fost aplicat la un cazan de 420 t/h echipat cu mori ventilator cu ciocane, cu rezultate bune în exploatare.

In literatura de specialitate este cunoscută o diagramă de corelare a calităţii lignitului cu schema de ardere adecvată [5]. Datele experimentale multiple obţinute de ICEMENERG şi prezentate în figura 2 pentru diferite scheme de ardere, a diferitelor sorturi de ligniţi, la cazanele arătate, au permis corectarea acestei diagrame. Astfel, pe baza experienţei de ardere a ligniţilor româneşti a fost restrînsă zona din diagramă corespunzătoare schemei de ardere cu insuflare directă şi a fost extinsă, corespunzător, zona în care se impune utilizarea schemei de ardere cu concentratoare de praf (fig.3).

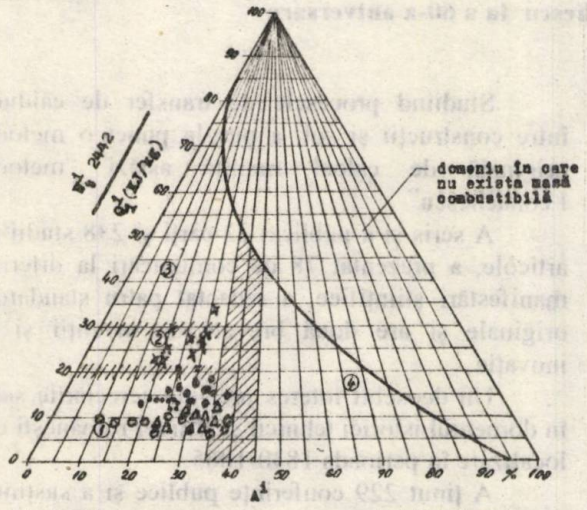


Fig.2. Diagrama de corelare a caracteristicilor ligniţilor cu schema de ardere [4].

Schema de ardere recomandată:
① insuflare directă
② insuflare directă cu concentratoare de praf
③ insuflare semidirectă
④ insuflare indirectă
Experimentări cu ligniţi din bazinele:
• Oltenia
△ Ardealul de nord
o Muntenia
x Sf. Gheorghe

După cum se poate constata, schema de ardere cu concentratoare de praf este adecvată şi în cazul ligniţilor cu conţinut moderat de umiditate (pînă la 30 %) şi un conţinut ridicat de cenuşă (pînă la 38 %). Această schemă este recomandată cu atît mai mult cu cît este deja cunoscut faptul că introducerea concentratoarelor de praf duce la reducerea emisiilor de NO_x din gazele de ardere.

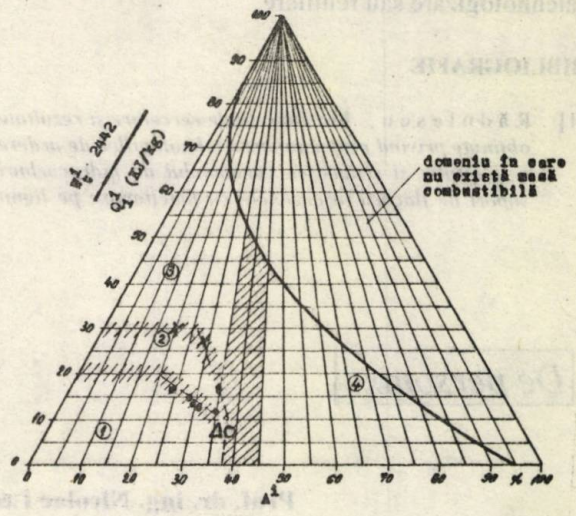


Fig.3. Diagrama nouă de corelare a caracteristicilor ligniţilor cu schema de ardere.

Schema de ardere recomandată:
① insuflare directă
② insuflare directă cu concentratoare de praf
③ insuflare semidirectă
④ insuflare indirectă
Experimentări cu ligniţi din bazinele:
• Oltenia
△ Ardealul de nord
o Muntenia
x Sf. Gheorghe

Desigur, la alegerea schemei de ardere trebuie avute în vedere şi temperaturile caracteristice ale cenuşii lignitului (punctele de înmuiere, curgere şi topire) pentru a preveni formarea de zgură în focar. Astfel, pentru ligniţii din bazinul Muntenia, care au tendinţă de zgurificare, schema de ardere cu concentratoare de praf nu este adecvată.

Concluzii

1. Alegerea schemei de ardere recomandată funcţie de caracteristicile energetice ale lignitului (W_t^i, Q_i^i, A^i) trebuie făcută conform diagramei de corelare (vezi fig.3).

2. Schema de ardere cu insuflare directă cu concentratoare de praf este recomandată pentru ligniţii româneşti (mai puţin cei din bazinul Muntenia), fiind simplă, ieftină şi cu performanţe ridicate.

Această soluţie trebuie avută în vedere pentru toate cazanele din centralele electrice prevăzute să funcţioneze în viitor pe lignit şi trebuie aplicată cu ocazia lucrărilor de retehnologizare sau reutilare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Rădulescu, M. *Direcţii de cercetare şi rezultate obţinute privind perfecţionarea tehnologiilor de ardere a lignitului şi reducerea consumului de hidrocarburi suport de flacără la cazanele cu funcţionare pe lignit din centralele electrice din România*. În: Energetica, nr.12/1985.

[2] Rădulescu, M. *Unele proprietăţi ale ligniţilor româneşti interesînd procesele de măcinare şi ardere*. În: Energetica, nr.4/1992

[3] x x x Brevet de invenţie RO 92168.

[4] x x x Brevet de invenţie RO 101981.

[5] Reidick, H. *Verbrennung ballastreicher Braunkohlen in Dampferzeugern*. În: BWK, nr. 10/1979.

(Referent: prof. dr. ing. Constantin Neaga - Universitatea "Politehnica", Bucureşti)

(Primit la 7 februarie 1994, acceptat la 1 septembrie 1994)

De personis

Prof. dr. ing. Nicolae Leonăchescu la a 60-a aniversare

S-a născut la 9 iulie 1934 în comuna Stroeşti, judeţul Argeş. După absolvirea Liceului "Ion I.C. Brătianu" din Piteşti, a urmat Facultatea de Instalaţii şi Utilaj a Institutului de Construcţii Bucureşti, pe care a terminat-o în 1957.

În anul 1968 şi-a susţinut doctoratul cu lucrarea **Contribuţii la studiul propagării căldurii prin sol,** primind titlul ştiinţific de doctor-inginer.

Din 1957 lucrează la Catedra de Termotehnică a Institutului de Construcţii Bucureşti, parcurgînd toate treptele universitare: şef de laborator, asistent, şef de lucrări, conferenţiar şi profesor.

La 30 iulie 1972 a înfiinţat Societatea Cultural-Ştiinţifică "Stroeşti-Argeş" al cărei preşedinte activ a fost timp de două decenii. La 5 martie 1990 a înfiinţat Societatea Română a Termotehnicienilor şi de atunci este preşedintele ei activ. Din 1993 scoate revista TERMOTEHNICA, în calitate de redactor-şef.

Principala direcţie de cercetare în care s-a afirmat a fost studiul proceselor de transfer de căldură cu aplicaţii la construcţii şi instalaţii.

Studiind procesele de transfer de căldură între construcţii şi sol, a pus la punct o metodă originală de calcul numită astăzi "metoda Leonăchescu".

A scris şi a publicat 22 cărţi şi 238 studii şi articole, a prezentat 78 de comunicări la diferite manifestări ştiinţifice, a redactat patru standarde originale şi are două brevete de invenţii şi o inovaţie.

Un deosebit interes prezintă cercetările sale în domeniul istoriei tehnicii şi ştiinţei româneşti cu localizare în perioada 1830-1865.

A ţinut 229 conferinţe publice şi a susţinut multe emisiuni radio.

Spirit activ şi militant, prof. Nicolae Leonăchescu a făcut educaţie patriotică de nivel înalt, fiind iubit de studenţii săi şi pentru acest lucru.

Acum, la aniversarea celor 60 de ani, îi urăm domnului prof.dr.ing.Nicolae Leonăchescu să trăiască ani mulţi spre binele său şi al celor din jur.

Asistent ing.Emanuel Darie

Experienţa acumulată de ICEMENERG în domeniul ingineriei instalaţiilor de preparare şi ardere a lignitului cu concentratoare de praf, a permis elaborarea unor soluţii originale pentru cazanul de 420 t/h de fabricaţie românească , echipat cu mori ventilator cu ciocane. Sînt prezentate soluţiile adoptate şi rezultatele experimentărilor efectuate la un cazan cu funcţionare pe lignit din CET Oneşti.

Îmbunătăţirea condiţiilor de aprindere şi ardere, creşterea stabilităţii procesului de ardere, reducerea pulsaţiilor în camera focară şi dispariţia fenomenului de zgurificare la aspiraţia turnurilor de uscare, creează posibilitatea funcţionării sigure a cazanului fără suport de hidrocarburi, în domeniul de sarcini 60 - 100 %.

RECONSTRUCŢIA INSTALAŢIEI DE PREPARARE ŞI ARDERE A PRAFULUI DE LIGNIT LA CAZANUL DE 420 t/h

ICEMENERG experience in lignite preparing and firing equipment having dust concentrators created the base for developing original solutions meant for the Romanian 420 t/h boiler provided with hammer fan mills.

The paper presents the solutions adopted and the results of tests performed to a boiler running on lignite within the cogeneration power plant of Oneşti.

Improving the ignition-combustion conditions, increasing the combustion stability, decreasing the pulses in the furance and removing the slag formation at the drying tower intake allow a reliable boiler operation without hydrocarbons support under a load range of 60 - 100 %.

Ing. MIRCEA RĂDULESCU *, Ing. CRISTIAN TOTOLO **

Descriptori: ardere, lignit pulverizat, retrofiting

Introducere

Cazanul de abur de 420 t/h, 13,7 Mpa, 540° C a fost proiectat pentru funcţionarea cu lignit în banda de calitate:

- putere calorifică inferioară 5,63 - 7,52 MJ/kg
- umiditate 37 - 46 %
- cenuşă 20 - 31 %

Cazanul este echipat cu şase mori ventilatoare cu ciocane de tipul MVC-4 cu debitul de 44 t/h, în schema de ardere cu insuflare directă a prafului de cărbune.

Cu ocazia măsurătorilor termotehnice efectuate în vederea omologării cazanului s-a pus în evidenţă faptul că funcţionarea cazanului fără adaos de hidrocarburi este posibilă numai la sarcini mai mari de 70 % şi cu un lignit cu putere calorică mai mare de 6,5 MJ/kg [1].

Ca urmare a rezultat necesitatea punerii la punct a unei soluţii tehnice pentru reducerea consumului de hidrocarburi pentru susţinerea flăcării de cărbune şi în acest scop au fost analizate două scheme pentru instalaţia de ardere: schema de insuflare semidirectă şi schema de insuflare directă cu concentrator de praf. Analiza comparativă a dat

*) Tehnologii în Instalaţii Moderne - TERMICO, Bucureşti
**) Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

cîştig de acuză schemei de preparare şi ardere cu insuflare directă cu concentrator de praf.

Deoarece aplicarea soluţiei cu concentrator de praf la moara ventilator cu ciocane reprezintă o noutate, s-a decis ca într-o primă fază să fie aplicată cu titlu experimental la un singur sistem de măcinare şi ardere, după punerea la punct soluţia urmînd a fi generalizată la toate sistemele de măcinare şi ardere ale cazanului.

Pentru exprimentare a fost stabilit cazanul nr.12 din CET Oneşti.

1. Experimentarea sistemului de preparare şi ardere a prafului de lignit cu moară ventilator cu ciocane şi concentrator de praf

Urmare a experienţei ICEMENERG în legătură cu arderea ligniţilor româneşti, a fost adoptată soluţia concentratorului de praf în două trepte. Dimensionarea concentratorului de praf şi a arzătorului de praf s-a făcut pe baza datelor obţinute la măsurătorile termotehnice şi experienţei dobîndite la alte tipuri de cazane. Principalele date ale calculului de dimensionare sînt date în tabelul 1.

Tabelul 1

Principalele date de dimensionare a concentratorului şi arzătorului de praf

Mărimea		Valoarea
Moara MVC-4	- Debitul de lignit măcinat, t/h	44
	- Debitul de agent de uscare şi transport ventilat de moară, m^3/h	109000
Concentrator de praf	- Viteza în canalele de praf, m/s	15
	- Grad de separare pentru praf, g	0,8
	• treapta I de separare, g_1	0,4
	• treapta II de separare, g_2	0,4
	- Grad de separare pentru agentul de uscare şi transport , l	0,5
	• treapta I de separare , l_1	0,22
	• treapta II de separare, l_2	0,28
	- Raportul l/g (criteriul de aprindere)	0,625
Arzătorul de praf	- Încărcarea termică specifică (de radiaţie) pentru etajele de bază, mW/m^2	1,28
	- Înălţimea etajelor de bază, m	5,4

Prima serie de experimentări efectuată imediat după punerea în funcţiune a instalaţiei modificate a evidenţiat o funcţionare necorespunzătoare a acesteia, datorită depunerilor mari de praf de cărbune pe conductele orizontale spre etajele de bază ale arzătorului. Rezultatele măsurătorilor sînt date în tabelul (varianta I). Pentru îmbunătăţirea performanţelor concentratorului şi evitarea depunerilor de praf în conducte s-au aplicat măsuri vizînd reducerea rezistenţei gazodinamice a ansamblului moară-concentrator şi reducerea gradului de separare pe partea de praf de cărbune corespunzător treptei I de separare. Astfel, s-au scurtat 9 din cele 12 palete ale concentratorului pe diametrul exterior şi s-a mărit secţiunea de trecere a gazelor la aspiraţia morii, prin eliminarea unei strangulări existente conform proiectului iniţial al morii.

De asemenea, cu ocazia experimentării s-a constatat un fenomen nemaiîntîlnit la alte tipuri de instalaţii şi anume scăderea temperaturii amestecului primar în conducta de praf la etajul I de bază al arzătorului cu circa 30 grd faţă de temperatura la ieşire din separatorul morii. Acest lucru a fost explicat prin continuarea procesului de uscare a fracţiilor cu granulaţie mare în conducta de praf. Scăderea temperaturii amestecului primar a dus la scăderea vitezei de transport pneumatic sub limita avută în vedere la dimensionare şi prin aceasta la apariţia fenomenului de depunere.

Pentru îmbunătăţirea condiţiilor de curgere a mediului bifazic prin această conductă s-a prevăzut introducerea unui debit de aer primar de 1,5 m^3/s (250° C) printr-o fantă practicată în peretele lateral la ieşirea din concentratorul de praf treapta I.

Cu aceste modificări instalaţia a fost adusă la parametrii de proiect şi fenomenul de depunere a fost înlăturat [2]. Rezultatele măsurătorilor sînt date în tabelul 2 (varianta II).

Tabelul 2

Principalele date măsurate la experimentările privind funcţionarea concentratorului de praf

Mărimea			Varianta I	Varianta II
Moara MVC-4	• Debit de cărbune măcinat,	t/h	37,6	42
	• Debit de agent de uscare şi transport ventilat de moară	m^3/h	104000	111800
Concentratorul de praf	• Grad de separare pentru praf	- g	0,91	0,85
		- g_1	0,68	0,49
		- g_2	0,23	0,36
	• Grad de separare pentru agentul de uscare şi transport	- l	0,54	0,52
		- l_1	0,21	0,21
		- l_2	0,33	0,31
	• Raportul l/g		0,59	0,61

Soluţia de concentrator experimentată face obiectul unui brevet de invenţie al cărui titular este ICEMENERG [3].

Soluţiile finale ale concentratorului de praf şi arzătorului de praf generalizate la toate cele şase sisteme de preparare şi ardere ale cazanului sînt prezentate în figurile 1 şi 2.

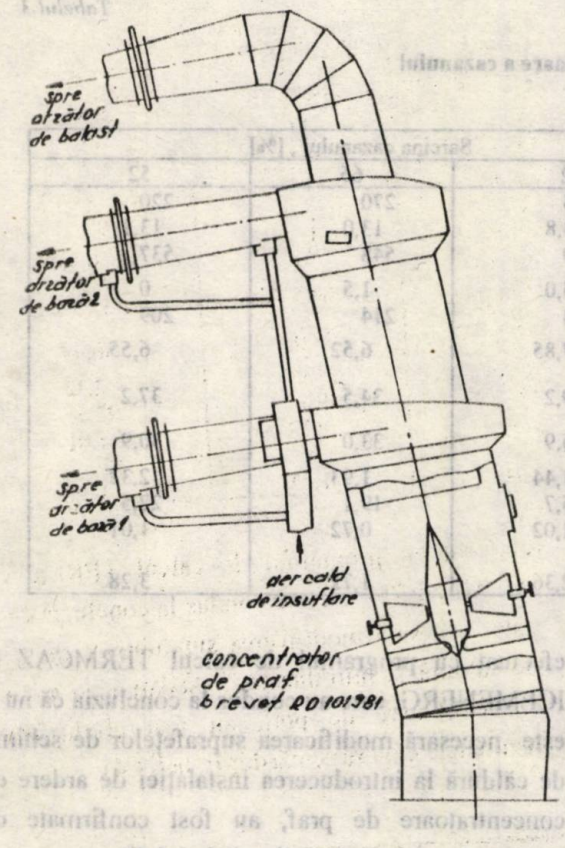


Fig.1. Construcţia concentratorului de cărbune praf.

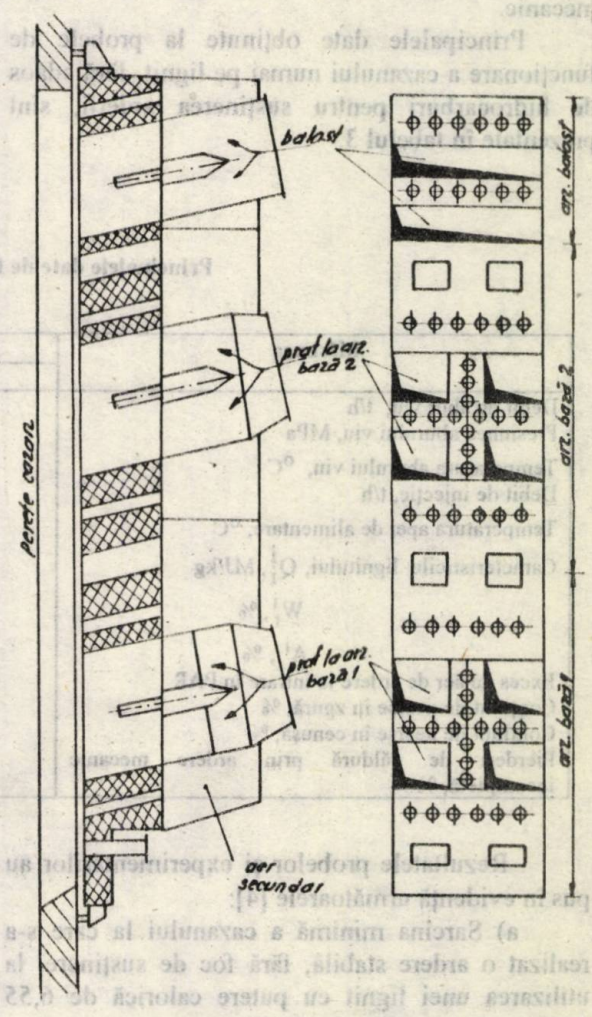


Fig.2. Arzătorul instalaţiei de ardere cu concentratorul de cărbune praf.

2. Probe de performanţă la cazanul echipat cu instalaţia de preparare şi ardere a prafului de lignit cu concentratoare de praf

După generalizarea soluţiei la toate sistemele de preparare şi ardere a fost efectuată o serie de probe şi experimentări cu întreaga instalaţie de cazan, care a urmărit:

- verificarea stabilităţii arderii prafului de lignit;
- verificarea apariţiei fenomenului de zgurificare a focarului;
- verificarea parametrilor pe circuitul apă-abur;
- verificarea pierderilor de căldură, în special cele prin ardere incompletă din punct de vedere mecanic.

Principalele date obţinute la probele de funcţionare a cazanului numai pe lignit, fără adaos de hidrocarburi pentru susţinerea arderii, sînt prezentate în tabelul 3.

zgurificării a fost probată la arderea unui lignit cu putere calorifică inferioară 7,85 MJ/kg.

c) În tot domeniul de sarcină al cazanului (50 - 100 %) s-au realizat parametrii nominali ai aburului viu (540°C/13,7 Mpa).

În funcţionarea cazanului s-a evidenţiat o reducere a injecţiilor, ca urmare a măririi ponderii schimbului de căldură prin radiaţie, ceea ce era de aşteptat la o instalaţie de ardere cu concentratoare de praf, la care creşte sensibil temperatura flăcării. Acest efect, care nu a influenţat negativ realizarea temperaturii nominale a aburului viu, a avut şi alte urmări pozitive:

- reducerea temperaturii la sfîrşitul focarului, ceea ce a dus la diminuarea depunerilor de zgură în turnurile de aspiraţie ale morilor;
- reducerea pulsaţiilor depresiunii în focar;
- reducerea pierderilor de căldură prin ardere incompletă din punct de vedere mecanic;
- reducerea solicitării termice a metalului supraîncălzitoarelor ca urmare a temperaturilor mai reduse ale gazelor de ardere pe traseul convectiv.

Rezultatele calculului termic al cazanului

Tabelul 3

Principalele date de funcţionare a cazanului

Mărimea	Sarcina cazanului, [%]		
	92	65	52
Debit de abur viu, t/h	385	270	220
Presiunea aburului viu, MPa	13,8	13,0	13,1
Temperatura aburului viu, °C	539	548	537
Debit de injecţie, t/h	5,0	1,5	0
Temperatura apei de alimentare, °C	244	214	209
Caracteristicile lignitului, Q_i^i, MJ/kg	7,85	6,52	6,55
W_t^i, %	39,2	34,5	37,2
A^i, %	25,9	33,0	30,9
Exces de aer de ardere la intrare în PAR	1,44	1,93	2,32
Conţinut de nearse în zgură, %	25,7	19,1	22,5
Conţinut de nearse în cenuşă, %	1,02	0,72	1,01
Pierderi de căldură prin ardere mecanic incompletă, %	2,36	1,72	3,28

Rezultatele probelor şi experimentărilor au pus în evidenţă următoarele [4]:

a) Sarcina minimă a cazanului la care s-a realizat o ardere stabilă, fără foc de susţinere, la utilizarea unei lignit cu putere calorică de 6,55 MJ/kg a fost de 220 t/h (52 %).

b) Funcţionarea cazanului fără apariţia

efectuat cu programul de calcul TERMCAZ al ICEMENERG, care au condus la concluzia că nu este necesară modificarea suprafeţelor de schimb de căldură la introducerea instalaţiei de ardere cu concentratoare de praf, au fost confirmate de rezultatele experimentărilor (tabelul 4).

Tabelul 4

Rezultatele calculului termic al cazanului şi datele măsurătorilor

Mărimea	Instalaţia de ardere		Date de la măsurătorile cu concentrator de praf
	fără concentrator de praf	cu concentrator de praf	
Sarcina, %	100	100	92
Temperatura teoretică de ardere , °C	1315	1645	-
Temperatura la sfîrşitul flăcării , °C	1154	1313	-
Temperatura la sfîrşitul focarului, °C	1005	951	-
Cantitatea de căldură (MW) preluată de:			
• vaporizator	114,2	123,6	-
• economizor	56,1	54,2	-
• supraîncălzitor I	53,3	50,2	-
• supraîncălzitor II	26,8	23,0	-
• supraîncălzitor III + IV	31,2	26,6	-
Temperatura aburului după, °C			
• supraîncălzitor I	420	398	397
• supraîncălzitor II	476	470	462
• supraîncălzitor III + IV	540	540	540

Concluzii

Cazanul de abur de 420 t/h echipat cu instalaţia de ardere cu concentrator de praf în concepţia ICEMENERG, poate funcţiona în condiţii de siguranţă fără suport de hidrocarburi şi fără apariţia fenomenului de zgurificare în domeniul de sarcini 60 - 100 %, cu lignit din banda de calitate de proiect.

În exploatarea de durată a cazanului nr.12 din CET Oneşti echipat cu concentratoare de praf, comparativ cu cazanele nr.11 şi 13 fără concentratoare de praf, de-a lungul primului an, s-a demonstrat posibilitatea reducerii cu circa 50 % a consumului de hidrocarburi pentru susţinerea flăcării.

Ca urmare a rezultatelor bune obţinute, ICEMENERG a propus generalizarea instalaţiei de ardere cu concentratoare de praf la toate cazanele de 420 t/h cu mori ventilator cu ciocane MVC-4 şi cu mori ventilator MV-50, din centralele electrice care vor funcţiona în mod sigur în perioada următoare pe lignit (CET Govora, CET Drobeta T. Severin şi CET Braşov).

BIBLIOGRAFIE

[1] Rădulescu , M., Galan, I., Banu, V., Dimancea, S., Guga, C., Altiocaian, A., Nicolae, S. *Incercările termotehnice pentru omologarea cazanului de 420 t/h, 13,7 MPa, 813 K pe lignit. Rezultate şi măsuri pentru îmbunătăţirea funcţionării cazanului.* In: Energetica, vol.XXXV, nr.7, iulie 1987.

[2] Rădulescu , M., Totolo, C., Galan,I., Trifa, E. *Cercetarea şi optimizarea sistemului de preparare a prafului cu moara ventilator cu ciocane şi concentrator de praf pentru cazanul de 420 t/h.* Sesiunea tehnico-ştiinţifică jubiliară a ICEMENERG "30 de ani de cercetare departamentală", 14 - 16 noiembrie 1990, Bucureşti.

[3] Brevet de invenţie RO 101981.

(Referent: prof. dr. ing. Constantin Neaga)

(Primit la 7 februarie 1994, acceptat la 1 septembrie)

ÎNTÎLNIRE DE LUCRU PRIVIND "CREŞTEREA GRADULUI DE VALORIFICARE A CENUŞILOR DE TERMOCENTRALĂ"

Întîlnirea cu tema de mai sus, s-a desfăşurat în zilele de 23 şi 24 martie 1994, la Craiova, în organizarea Regiei Autonome de Electricitate - RENEL (prin Divizia Strategie şi Dezvoltare Economică şi Filiala Electrocentrale Craiova), în colaborare cu Comisia Naţională pentru Reciclarea Materialelor.

Au participat circa 80 de specialişti din Ministerul Industriilor, Ministerul Apelor, Pădurilor şi Protecţiei Mediului, Ministerul Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului, Ministerul Transporturilor, reprezentanţi ai furnizorilor de cenuşă (Filiale de Electrocentrale ale RENEL), ai utilizatorilor de cenuşă (ex.: SOCERAM Doiceşti, Hidroconstrucţia, ROMCIM SA Tg Jiu, Direcţia de drumuri şi poduri Rm. Vîlcea, COREMI şi GENERALCOMI Craiova), precum şi ai institutelor de cercetare-proiectare şi învăţămînt superior cu preocupări în demeniu (ICEMENERG, ISPE, INCERC, PROCEMA, Institutul pentru Materiale de Construcţii Timişoara, Universitatea Craiova).

În prima zi a întîlnirii au avut loc dezbateri asupra ofertelor de vînzare a cenuşii elaborate de Divizia Strategie şi Dezvoltare Economică în colaborare cu ISPE şi DGPEET. Au fost prezentate oferte (cuprinzînd caracteristici fizice şi chimice ale cenuşilor, preţuri, cantităţi, condiţii de livrare, compoziţii recomandate pentru diverse utilizări), pentru termocentralele: Işalniţa, Mintia, Rovinari, Doiceşti, Comănesti, Borzeşti, Timişoara, Halînga, Paroşeni, Suceava, Braşov.

Reprezentanţii RENEL au prezentat următoarele:

* Anual, din arderea cărbunilor în termocentrale, rezultă circa 10 milioane t de zgură şi cenuşă, care, practic integral, se transportă hidraulic la depozite.

* Depozitele de zgură şi cenuşă ocupă în prezent o suprafaţă de teren de circa 2500 ha şi adăposteşte circa 240 mil.m^3 deşeuri (astfel, numai CET Mintia evacuează 1,2 - 1,5 mil.t cenuşă pe an, în două halde situate la 6 km de termocentrală şi la o înălţime de 40 m faţă de cota iniţială de pompare; suprafaţa ocupată de depozite este de peste 120 ha, iar cantitatea de deşeuri acumulată pe parcursul a 25 de ani de funcţionare este estimată la 30 mil tone).

* Au fost prevăzute cu posibilităţi de livrare a cenuşii în stare uscată (de la electrofiltre), numai 6 termocentrale: Doiceşti, Mintia, Işalniţa, Rovinari, Comăneşti, Borzeşti II. În ultimii ani, ca urmare a scăderii cererii de cenuşă şi a uzurii instalaţiilor, capacităţile de evacuare efectivă sînt mai reduse decît cele din proiect.

* În cadrul strategiei RENEL privind cenuşile de termocentrală, validată cu ocazia mesei rotunde de la Olăneşti, din 13 - 14 mai 1993, se prevede pe termen scurt, asigurarea livrării cenuşii uscate de la cele 6 termocentrale, la nivelul disponibilului actual; pe termen mediu, se vor efectua completări şi modernizări la instalaţiile de captare, însilozare, transport şi depozitare, urmînd ca pe termen lung, să se extindă posibilitatea de livrare a cenuşilor în stare uscată la restul termocentralelor pe cărbune.

* Cenuşile rezultate în termocentralele din România au caracteristici asemănătoare cu cele ale cenuşilor din alte ţări, care - aşa cum arată practica de zeci de ani în domeniu, precum şi firme din străinătate - permit valorificarea lor în diverse domenii (acoperirea excavaţiilor, construcţia de drumuri şi poduri, fabricarea unor materiale de construcţii).

* Studii elaborate recent de institute competente, au infirmat pericolul, exagerat de unii potenţiali utilizatori, privind radioactivitatea cenuşilor.

* Pe plan mondial există preocupări şi realizări notorii pe linia valorificării cenuşilor (tabelul 1).

Tabelul 1

Ţara	Cenuşă valorificată [kt]	Grad de valorificare [%]	Anul
Olanda	940	100	1991
Danemarca	880	90	1990
Belgia	795	73	1990
Italia	900	63	1988
Germania (RFG)	6465	56	1989
Franţa	1300	50	1987
Anglia	6120	49	1989
Germania (RDG)	7200	38	1989
Ungaria	1100	27	1987
India	6750	17	1991
Polonia	4500	15	1989
România	700	3	1989

În prezent, gradul de valorificare a cenuşilor din România este şi mai redus, datorită regresului activităţilor de construcţii şi creşterii costului transportului.

* Avînd în vedere consecinţele tehnico-economice şi ecologice negative ale constituirii şi întreţinerii depozitelor de zgură şi cenuşă, RENEL vine în întîmpinarea utilizatorilor, inclusiv prin asigurarea unor limite de calitate pentru cenuşile livrate şi a unui preţ convenabil negociat.

Reprezentanţii utilizatorilor au prezentat următoarele:

* Experienţa internă, precum şi informaţiile din străinătate, confirmă folosirea cu succes a cenuşilor de termocentrală la fabricarea cimentului. În Franţa s-a ajuns ca fabricile de ciment să importe cenuşă din Danemarca.

* Fabricile de ciment vor folosi în continuare cenuşă de termocentrală, însă, odată cu trecerea combustiei la cuptoare pe cărbune, se va utiliza, în primul rînd, cenuşa rezultată în instalaţiile proprii.

* Se consideră eficientă folosirea cenuşilor la prepararea mortarelor şi betoanelor după diferite reţete. În 1991 însă, Ministerul Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului a emis o hotărîre prin care s-a suspendat utilizarea cenuşii de termocentrale la elementele de rezistenţă ale construcţiilor.

* Cenuşa poate fi valorificată în cantităţi mari ca material de umplutură a excavaţiilor, mai ales în zonele în care se constată scufundări ale terenului (exemplu: zona Ghelar-Arnota). În acest sens, minele de cărbuni ar putea deveni cel mai important consumator de cenuşă.

* Un alt domeniu unde cenuşa se pretează la utilizare în cantităţi mari, îl constituie construcţia de drumuri (structura rutieră, parapeţi , stîlpi pentru marcaje, podeţe).

* În calea extinderii gradului de utilizare a cenuşilor de termocentrale mai stau nivelul preţurilor acestora şi mai ales al transportului.

În ziua a doua a întîlnirii s-a efectuat o vizită la CET Işalniţa, axată pe instalaţiile de captare şi livrare a cenuşii în stare uscată şi pe depozitul de zgură şi cenuşă. La depozitul de zgură şi cenuşă s-a luat cunoştinţă şi de poligonul experimental al Universităţii din Craiova (Facultatea de Horticultură), care demonstrează în mod elocvent, că suprafeţele ocupate de depozite pot deveni mai puţin poluante (prin evitarea spulberărilor de către vînt) şi chiar eficiente din punct de vedere economic.

Astfel, pe o suprafaţă de 2-3 ha s-au experimentat pe parcursul a mai multor ani, culturi de legume, cereale, pomi fructiferi şi viţă de vie, obţinîndu-se recolte remarcabile (12000 kg/ha la porumb boabe; 106000 kg/ha la lucernă; 3 t/ha la soia; 3,5 t/ha la arahide; 40 -50 t/ha la cartofi; 55 t/ha la sfeclă de zahăr; 70 t/ha la sfeclă furajată).

În urma prezentărilor şi a discuţiilor purtate, au rezultat ca necesare următoarele acţiuni, pe linia creşterii gradului de valorificare a cenuşilor de termocentrale:

Acţiuni pe termen scurt

- Organizarea în cadrul RENEL - DGPEET, a unui colectiv care să coordoneze activitatea de management şi marketing a cenuşilor, desfăşurată în termocentralele pe cărbune.

- Completarea de către ISPE a ofertelor de livrare a cenuşii cu propunerile făcute în cadrul întîlnirii şi elaborarea pentru toate termocentralele pe cărbune ale RENEL a ofertelor în condiţiile actuale specifice pentru ficare caz în parte.

- Elaborarea de către ICEMENERG, în colaborare cu alte institute de specialitate şi cu sprijinul Diviziei Strategie şi Dezvoltare Economică şi a Comisiei Naţionale pentru Reciclarea Materialelor, ai unor liste cuprinzînd domeniile de utilizare şi produsele ce se pot realiza pe bază de cenuşă pentru fiecare termocentrală (caracteristicile cenuşilor fiind diferite de la o centrală la alta), inclusiv reţete de produse.

- Elaborarea de către ICEMENERG a unor instrucţiuni, pe baza cărora să se controleze la fiecare termocentrală caracteristicile cenuşilor livrate.

- Reactualizarea, sub coordonarea Comisiei Naţionale pentru Reciclarea Materialelor, a standardelor interne privind cenuşa de termocentrală şi armonizarea lor cu cele internaţionale.

- Desfăşurarea de către RENEL, sub coordonarea Diviziei Strategie şi Dezvoltare Economică, a unei acţiuni în mass-media, prin care să se demonstreze că potenţialul radioactiv al cenuşii este sub limitele normate şi nu reprezintă un pericol pentru sănătatea omului.

- Desfăşurarea pe plan local, de către fiecare termocentrală pe cărbune, a unei activităţi de prospectare şi atragere a potenţialilor utilizatori de cenuşă, prin diverse acţiuni:

* publicitate prin mass-media;

* aplicarea unor preţuri stimulative pentru cenuşă, negociate de la caz la caz;

* punerea la dispoziţia utilizatorilor, a unor reţete pentru realizarea de produse pe bază de cenuşă.

Vor fi avute în vedere cu prioritate exploatări miniere, societăţile de construcţii şi cele de întreţinere a drumurilor şi podurilor, fabrici de ciment şi de materiale de construcţii.

- Stabilirea de către Filialele de Electrocentrale a costului pentru depozitarea cenuşii (lei/tona

depozitată, incluzînd atît cheltuielile de pompare, cît şi pe cele legate de teren şi de întreţinerea depozitului).

- Stimularea personalului din RENEL care are preocupări pentru valorificarea cenuşilor din :

* încasările pentru cenuşa vîndută;
* economiile la cheltuielile pentru depozitare.

- Stabilirea unor evidenţe stricte privind livrările de cenuşă uscată sau din depozit.

- Acordarea de diverse facilităţi utilizatorilor de cenuşă:

* spaţiu în curtea termocentralei, pentru organizarea activităţii de utilizare a cenuşii (unde este posibil);
* utilizarea pentru diverse dotări, a deşeurilor rezultate din activitatea termocentralei (metal, lemn etc.), la un preţ avantajos.

Acţiuni în perspectivă

- Elaborarea, sub conducerea şi cu sprijinul financiar al Comisiei Naţionale pentru Reciclarea Materialelor, a unor studii privind realizarea de diferite produse pe bază de cenuşă.

- Elaborarea de către ISPE a soluţiilor de completare şi modernizare a schemelor de captare, însilozare, preparare, transport şi depozitare a cenuşii în cazul celor şase termocentrale prevăzute cu instalaţii de livrare a cenuşii în stare uscată. Se va avea în vedere şi captarea selectivă a cenuşii de pe cîmpurile 2 şi 3 ale electrofiltrelor.

- Dotarea şi organizarea termocentralelor pe cărbune pentru realizarea controlului şi urmăririi continue a caracteristicilor fizico-chimice ale cenuşilor.

- Stabilirea de către ISPE a soluţiilor tehnico-economice eficiente pentru captarea şi livrarea cenuşii uscate la celelalte termocentrale.

- Asigurarea de către fiecare termocentrală pe cărbune, în colaborare cu ISPE, ICEMENERG şi alte institute de specialitate a:

* redării în circuitul natural a haldelor de zgură şi cenuşă epuizate;
* aplicării de tehnologii eficiente pentru reducerea spulberării cenuşii la haldele eliberate temporar de sarcini tehnologice.

Ing. OVIDIU ŢUŢUIANU, RENEL-DSDE, Ing. VIORICA ŢECHERĂ, RENEL- DSDE

Cărţi noi

Vă informăm asupra ultimelor publicaţii apărute la Editura Tehnică:

Informatică

1. G. Albeanu: Programarea în Pascal şi TurboPascal. Exerciţii. 3.500 lei
2. M. Brana ş.a.: AUTOCAD 11. Ghid practic 4.600 lei
3. Florentina Hristea : Norton commander 4.0 , Norton utilities 8.0. 6.000 lei
4. D. Somnea s.a.: EXCEL 5 cu aplicaţii în management 5.800 lei
5. Ad. Pascu : Total despre ... SQL 3. 700 lei

Energetică

1. Vs. Radcenco: Termodinamica generalizată 5.500 lei
2. Vs. Radcenco: Generalized Thermodynamica (lucrare în lb. engleză) 5.500 lei
3. I. Suciu: Electromagneţi 3.600 lei
4. Kamillo Feher: Comunicaţii digitale avansate (vol.2) 2.000 lei
5. P. Ionescu ş.a.: Composants semiconducteurs de puissance (lucrare în lb. franceză) 6.000 lei

*** * * European Pump & Pumping,** Ed. CHW Roles and Associated Ltd P.O.Box. 25 Sunbury-on-Thames Middlesex TW 165QB, UK

"European Pump & Pumping" este un manual util tuturor celor implicaţi în activitatea referitoare la pompe şi pompare: specialişti şi utilizatori. Lucrarea este structurată astfel încît să ofere toate informaţiile necesare pentru cea mai bună alegere a soluţiei de proiectare, exploatare a agregatelor de pompe.

Primele capitole se referă la definirea:

a) proprietăţilor lichidelor

Acestea sînt prezentate în cadrul capitolului 1. Se prezintă explicaţii privind justificarea definiţiilor diferiţilor parametri ai apei, uleiului şi ai unor amestecuri (lichid-solid, lichid-gaz). Este prezentat un tabel care conţine date pentru 400 lichide, precum şi diagrame suplimentare pentru informaţii mai detaliate.

b) debitul lichidelor

Capitolul 2, **Debitul de lichid,** pune baza pentru determinarea caracteristicilor de debit într-un sistem de conducte al instalaţiei de pompare şi se referă la:

- ecuaţiile de bază (ecuaţia continuităţii, ecuaţia lui Bernoulli, ecuaţia energiei, ecuaţia momentelor etc.);
- pierderile de debit în conducte;
- amestecuri lichid-solid;
- pierderi de presiune pentru apă şi ulei, care sînt prezentate sub formă de nomograme şi diagrame; de asemenea, sînt prezentate diagrame pentru determinarea valorilor asociate ale vitezei fluidului, pierderile prin frecare, diametrul şi debitul volumic; diagrama pentru determinarea vitezei în conducte în corelaţie cu debitul volumic şi altele;
- măsurarea debitului, respectiv:
  - metode şi instrumente de măsură a debitului:
  - standarde referitoare la metodele de măsurare a debitului.

Pentru a alege o pompă potrivită sau pentru a determina un anumit număr de alternative, accesul rapid la datele curente pentru un tip particular de pompă se face studiind conţinutul a trei capitole: capitolul 3, **Pompe,** capitolul 14, **Alegerea pompei - alternative** şi capitolul 18, **Indexul de referinţe.**

În cadrul capitolului 3 sînt prezentate patru categorii principale de pompe utilizate în prezent: pompe centrifugale radiale şi axiale, pompe cu inel de lichid, pompe cu piston, alte pompe (de exemplu pompe cu jet). Pentru fiecare din aceste patru mari categorii de pompe se prezintă:

- teoria de bază (de exemplu pentru pompele centrifuge se prezintă noţiuni despre înălţimea diferenţială, pierderi, eficienţă, curbele $H = f(Q)$, similitudine, forţele radiale şi de împingere axială, moduri de prezentare a datelor);
- curbe de performanţă;
- descrierea diferitelor tipuri de pompe.

De asemenea, capitolul 3 se referă şi la:

- conceptele actuale privind cavitaţia, NPSH, efectele cavitaţiei asupra pompei în funcţionare;
- standardele privind siguranţa şi timpul de funcţionare, dimensiuni şi performanţe, vibraţii şi zgomot, forţe şi momente, componente, testări.

În capitolul 14, **Alegerea pompei,** se arată că alegerea pompei se poate face în mai multe moduri:

a) alegerea directă pentru numeroase categorii de pompe se face cu ajutorul tabelului de selectare directă, care se referă la destinaţia pompei; tabelul este în strînsă corelaţie cu specificaţiile pentru pompe din cadrul capitolului 3 şi cu lista producătorilor şi furnizorilor din capitolul 16.

În anumite cazuri pot rezulta mai multe alternative, fiind necesare detalii suplimentare referitoare la debit, înălţime diferenţială, presiune de refulare şi viscozitatea lichidului.

b) alegere rapidă. Factorii decisivi în alegerea pompei sînt proprietăţile lichidului de proces, performanţele cerute pentru pompă, debitul şi înălţimea diferenţială sau presiunea, ca şi anumite cerinţe specifice în legătură cu instalaţia de pompare.

Caracteristicile tehnice tipice sînt listate în tabelul de alegere rapidă pentru diverse tipuri de pompe;

c) alegerea pompei după condiţiile în care trebuie să funcţioneze; în cadrul acestui subcapitol sînt prezentate pompele pentru lichide cu viscozitate scăzută, pentru lichide vîscoase şi pentru lichide foarte vîscoase.

Tabelele de selectare directă şi rapidă a pompelor au legătură cu "Ghidul de clasificare a pompelor şi ghidul pentru fabricanţi şi furnizori" din cadrul capitolului 16, unde se regăseşte lista cu numele şi adresele fabricanţilor şi furnizorilor de pompe, în ordine alfabetică şi pe ţări.

Cu regret constatăm că în lista fabricanţilor cei potenţial existenţi în România nu sînt înscrişi.

Interacţiunea dintre pompă şi sistemul de conducte este descrisă în capitolul 4, **Pompe şi sisteme de conducte.** Acest capitol se axează în principal pe problema dimensiunilor pompei Alegerea finală a dimensiunilor trebuie făcută cu respectarea

performanţelor, a curbelor de eficienţă şi a toleranţelor hidraulice ale componentelor instalaţiei.

Controlul vitezei lichidului prin pompe şi sistemul de conducte şi alegerea metodei de reglare a debitului sînt tratate în capitolul 5, **Reglarea debitului.** Metodele de reglare, în funcţie de variaţiile discrete sau continue ale debitului sînt prezentate cu avantajele şi dezavantajele respective. Tot în acest capitol se menţionează că singura metodă universal aplicabilă care poate fi utilizată pentru toate tipurile de pompe este reglarea vitezei; de asemenea, se menţionază că este posibil să se combine metodele, dar alegerea celor optime cere o experienţă mare şi analize tehnice şi economice ale procesului.

Capitolul 6 tratează problemele materialelor folosite la construcţia şi întreţinerea pompelor.

Sînt examinate proprietăţile acestora referitoare la rezistenţa la coroziune şi eroziune, la efectul de cavitaţie şi se dau indicaţii privitoare la alegerea materialelor.

Metodele de etanşare la arborele pompelor (principiul de funcţionare, desene, materiale de construcţie) sînt redate în capitolul 7, **Etanşarea la arbore.** De asemenea, sînt date indicaţii privind alegerea tipului de etanşare, precum şi standardele publicate pînă acum referitoare la etanşări.

Capitolul 8, **Cuplajul,** prezintă factorii care influenţează relaţia între cuplaj şi pompă. Se face o scurtă prezentare a diferitelor tipuri de cuplaje. Capitolul continuă cu analizarea diferitelor tipuri de dezaliniere a grupului de pompare şi examinează forţele şi momentele care sînt transmise în aceste cazuri. Alinierea arborilor fiind considerată foarte importantă, sînt explicate cîteva metode cu intenţia de a se obţine o aliniere rapidă, ieftină şi mai bună în comparaţie cu practica actuală.

Alegerea cuplajului se face în funcţie de costul acestuia (ce variază în funcţie de mărime şi tip) şi în funcţie de anumiţi factori prezentaţi tabelar.

Motoarele electrice pentru pompe sînt prezentate în cadrul capitolului 9. Aici se fac referiri la: sisteme electrice, puterea motorului, cuplu, randament, compensarea fazei, voltaj, ş.a; se prezintă diferite tipuri de motoare, precum şi regulamentele şi standardele în vigoare referitoare la motoare.

Capitolul 10 face o prezentare şi tratare a echipamentului auxiliar ca de exemplu:

- batiuri, fundaţii, socluri;
- sisteme de transmisie cu curele;
- cutii de viteze;
- sisteme acumulatoare;
- amortizoare de pulsaţii;
- instrumente de măsură.

În capitolul 11. se discută problemele de calitate şi de testări.

Capitolul 12 tratează problemele instalării şi întreţinerii agregatelor de pompe.

O importanţă deosebită este acordată capitolului "Economic" (capitolul 13) referitor la pompe, în care se prezintă variate metode de evaluare economică a alternativelor propuse pentru pompare, oferind sfaturi practice pentru reducerea costurilor de energie pentru majoritatea aplicaţiilor referitoare la pompe.

Manualul este completat cu analize concrete pe baza unor studii de caz (capitolul 15), utile pentru cei care fac studii şi proiecte în acest domeniu.

Producătorii şi furnizorii de cuplaje, motoare, diverse materiale sînt de asemenea prevăzuţi în capitolul special referitor la aceştia (capitolul 16).

Un capitol deosebit de important (capitolul 17) prezintă sistemul de unităţi de măsură internaţional SI şi tabelele de conversie ale unor unităţi de măsură din afara SI, folosite încă de unii specialişti în practica lor.

Ultimele capitole, de asemenea utile prezintă:

- un index de termeni pentru căutare rapidă în manual;
- un dicţionar multilingv pentru cei mai folosiţi termeni.

În concluzie, manualul face o prezentare detaliată a factorilor (tehnici, constructivi, economici, etc.) ce trebuie luaţi în considerare pentru alegerea pompelor. Alegerea este deosebit de complexă, dar prin sistematizarea logică a conţinutului manualului, proiectantul şi utilizatorul pot obţine cele mai bune soluţii care pot duce la importante avantaje în procesul de fabricaţie, în funcţionare, cît şi la reducerea costurilor şi a consumurilor de energie.

ing. SILVIA PRUNDIANU,
ing. MIHAI POPOVICI

Energy Policies of Romania (Politici ale energiei în România) IEA/OECD 1993 ISNB 92-64-13999-0; 195 p.; 46 tabele; 40 figuri

În anul 1993, Agenţia Internaţională pentru Energie (IEA), din cadrul Organizaţiei pentru Cooperare Economică şi Dezvoltare (OECD) a tipărit volumul **"Energy Policies of Romania"**. Avînd în vedere interesul direct pe care îl prezintă această lucrare pentru energeticienii români, considerăm utilă prezentarea ei.

În prefaţă, d-na Helga Steeg, director executiv, arată că lucrarea a fost întocmită de către IEA la solicitarea Guvernului României şi în strînsă colaborare cu acesta. Domnia sa apreciază că în România a fost creat în mare parte cadrul legislativ şi instituţional în sectorul energiei şi a început restructurarea şi dezvoltarea strategică în acest sector. Totuşi, succesul politicii guvernamentale în acest domeniu depinde de implementarea deplină a programului de reforme economice la nivelul întregii economii.

Studiul este structurat în următoarele capitole:

Introducere; Expunere sumară a recomandărilor; Aspecte de politică generală; Alimentarea şi cererea de energie; Utilizarea finală a energiei şi eficienţa acesteia; Prospecţiunile şi producţia de petrol şi gaze; Gaze naturale; Rafinarea şi distribuţia ţiţeiului; Cărbunii; Electricitatea; Energia nucleară; Sursele noi şi regenerabile; Energia şi mediul ambiant.

Autorii afirmă că Guvernul României a făcut progrese importante pe calea tranziţiei spre economia de piaţă şi a demonstrat fermitate în continuarea reformei. În particular, acest lucru este valabil şi în sectorul energiei. Începînd cu 1990 acest sector a fost complet reorganizat, în scopul creşterii performanţelor economice. Au fost iniţiate mai multe programe de asistenţă tehnică în cooperare cu diferite instituţii de peste hotare. Sînt menţionate 20 de studii referitoare la restructurarea sectoarelor de producere a energiei, la probleme de utilizare a acesteia şi de protecţie a mediului, finanţate prin programele PHARE, USAID, împrumuturi de la Banca Mondială. Unele sînt deja finalizate, iar recomandările lor în curs de aplicare.

Pe plan intern a început să fie elaborată legislaţia necesară pentru dezvoltarea sectorului energiei în economia de piaţă. Se acordă o mare atenţie armonizării legilor şi reglementărilor interne cu cele existente în ţările vestice europene în vederea unei eventuale intrări a României în Uniunea Europeană. Acest lucru este reflectat de semnarea de către România a Chartei Europene a Energiei, de prioritatea acordată integrării la sistemul UCPTE şi de dezvoltarea interconexiunilor prin conducte de gaze cu Europa de Vast.

Lucrarea prezintă structurile realizate în sectorul energiei, începînd cu organele guvernamentale cu atribuţiuni directe şi continuînd cu societăţile comerciale şi regiile autonome create în acest domeniu.

Autorii studiului consideră necesară reorganizarea sistemului de culegere şi prelucrare a datelor statistice astfel încît acestea să poată în mod real fundamenta programele în domeniul energiei şi ilustra în ce măsură aceste programe au fost realizate, precum şi să facă posibile comparaţii corecte cu date formal similare din ţările dezvoltate.

Sînt prezentate exemple de diferenţe între metodologia occidentală de culegere şi proiectare a datelor statistice şi metodologia fostului CAER, insistîndu-se asupra necesităţii abandonării acesteia din urmă.

Consumul de energie primară s-a ridicat în 1991 la 47,44 mil.tep (1985,8 PJ), ceea ce revine la un consum de 2,05 tep/locuitor. Există diferenţe relativ importante între structura acestui consum pe tipuri de combustibil înregistrat în România şi în ţările Europene membre OECD. Aceste diferenţe sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

[%]

	România	Ţări OECD
Gaze naturale	45,5	19,8
Ţiţei	30,8	49,6
Cărbune	19,7	27,3

Două treimi din necesarul de ţiţei şi un sfert din cel de gaze naturale provin din import.

În 1993, producţia internă de ţiţei a fost de 6,7 mil.t, iar cea de gaze naturale de 22,5 mld. m^3. Pentru anul 2000 se estimează o producţie de 5,4 mil.t ţiţei şi 16,4 mld.m^3 gaze naturale. România va continua, deci, să fie dependentă de importul de gaze naturale şi ţiţei.

Importul de gaze naturale va creşte de la 5,3 mld.m^3 în 1991 la 20 mld. m^3 în anul 2000. Pentru a se putea realiza acest import se recomandă:

- realizarea unei legături directe la sistemul TRANSGAZ, care face legătura între CSI şi Europa de vest, prin construcţia unei conducte între Uzhgorod (Ucraina) şi Satu Mare;
- construcţia unui terminal pentru gaze lichefiate la Constanţa;
- importul de gaze naturale din Iran şi/sau republicile sudice ale CSI (Kazahstan, Turkmenia) prin sudul Mării Negre.

Se recomandă demararea urgentă a negocierilor pentru încheierea unor contracte pe termen lung cu furnizori din străinătate, avînd în vedere că actualul contract pe termen lung cu Rusia expiră în anul 1998.

Cu o capacitate de 34 mil.t/an, industria românească de rafinare a ţiţeiului este cea mai mare din Europa Centrală şi de Est. Ea se caracterizează prin complexitate, integrare cu petrochimia, legături bune la reţelele de transport ale ţiţeiului, dar se confruntă cu o criză similară celei din ţările vestice în perioada 1979 - 1985. Există şanse mari pentru depăşirea acestei crize şi România poate deveni principalul furnizor de produse petroliere din această zonă a Europei. Se recomandă :

- atragerea investitorilor străini pentru modernizarea rafinăriilor;
- dezvoltarea procesării ţiţeiului pentru terţi;
- refacerea şi dezvoltarea sistemului de conducte pentru transportul produselor petroliere;
- privatizarea cît mai rapidă a distribuţiei produselor petroliere şi gazelor lichefiate etc.

Sînt examinate detaliat şi critic costurile de producţie şi preţurile de desfacere pentru gaze naturale şi produse petroliere.

Astfel, costurile gazelor naturale înainte de transport la sfîrşitul anului 1992 şi la paritatea oficială leu/dolar din acel moment au fost:

- 6,66 US$/1000 m^3 pentru gazele extrase de ROMGAZ;
- 39,6 US$/1000 m^3 pentru gazele asociate, achiziţionate de la PETROM;
- 70,3 US$/1000 m^3 pentru cele din import.

Costul mediu după transport era de 26,4 US$/1000 m^3 , iar preţul pentru consumatorii finali din industrie 45,8 US$/1000 m^3.

Se apreciază că practicarea unor preţuri de desfacere pe baza costurilor medii echivalează cu o subvenţionare a importurilor de către producţia internă şi reprezintă o frînă pentru investiţii. Se recomandă practicarea de preţuri bazate pe costurile marginale (gazele de import).

În mod similar, se recomandă ca preţul ţiţeiului intern şi preţurile derivaţilor petrolieri să fie ajustate săptămînal sau lunar, în funcţie de cotaţiile internaţionale şi de paritatea leu-dolar de pe piaţă.

Producţia de cărbune a scăzut drastic în primii doi ani ai perioadei de tranziţie (de la 64,7 mil.t în 1989. la 32,4 mil.t în 1991), după care au început să apară semne de redresare (41,5 mil.t în 1993). Există diferenţe mari între performanţele acestui sector în România faţă de nivelul internaţional, iar efectele sale ecologice sînt dezastruoase.

Structura preţului de cost a huilei de Valea Jiului este:

- manoperă: 48 ... 55 %;
- materiale: 15 ... 22 %;
- amortizări: 30 %.

Ramura cărbunelui este dependentă de guvern (prin fixarea preţurilor, alocarea de subsidii etc.) şi se recomandă găsirea căilor pentru o reală autonomie a celor două regii (RAL şi RAH).

Se recomandă separarea administrativă a exploatărilor miniere eficiente de cele neeficiente şi se acceptă (din motive sociale) continuarea subvenţionării pe timp limitat şi în condiţii de transparenţă totală a celor neeficiente. Guvernul ar trebui să intervină pentru concentrarea producţiei în minele eficiente şi pentru recalificarea personalului din celelalte. Dezvoltarea extracţiei de lignit trebuie corelată cu retehnologizarea centralelor pe cărbune.

Lucrarea prezintă un volum important de date privind caracteristicile sistemului electroenergetic naţional, structura producţiei de electricitate şi căldură pe tipuri de combustibili, reţelele de transport şi distribuţie, interconexiunile cu ţările vecine, structura consumului de electricitate şi căldură pe ramuri de consum, tarife utilizate şi rezultate financiare obţinute de RENEL. Dintre recomandările capitolului respectiv pot fi citate următoarele:

- acordarea unui grad sporit de independenţă în acţiuni către RENEL şi clarificarea într-un cadru regulamentar a obligaţiilor şi responsabilităţilor companiei şi Ministerului Industriilor;
- adandonarea sistemului de repartiţii pentru consum a cotelor de energie electrică;
- practicarea unor tarife bazate pe costuri marginale şi simplificarea structurilor actuale a acestora (apreciată ca sofisticată);
- continuarea şi perfecţionarea analizelor cererii de energie;
- desfăşurarea acţiunilor de retehnologizare în centrale şi construcţia unor noi grupuri doar după finalizarea unor controale tehnice sistematice a stării actuale a grupurilor existente şi a unor studii de fezabilitate.

În martie 1993, primul grup de la Centrala Nuclearoelectrică Cernavodă era realizat în proporţie de 77 %. Se estimează ca la sfîrşitul anului 1994 va începe punerea în funcţiune, iar în aprilie 1995 va funcţiona în regim normal. Finanţarea este asigurată şi există personal de exploatare calificat, iar opinia publică pare favorabilă realizării centralei.

Valorile consumului de energie primară pe locuitor şi ale intensităţii energetice în România şi în ţările Europene membre OECD sînt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

		România	Tări OECD
Consum de energie primară pe locuitor	tep/loc.	2,05	3,30
	GJ/loc.	85,81	138,14
Intensitatea energetică	tep/1000 US$	1,31	0,41
	GJ/1000 US$	54,84	17,16

Intensitatea energetică ridicată a economiei româneşti este de peste trei ori mai mare decît în zona europeană OECD şi principala cale pentru reducerea sa este restructurarea industriei.

Valoarea consumului de energie pe locuitor (62 % în raport cu ţările europene OECD) este

foarte mică avînd în vedere ponderea dominantă a industriei în consum. Acest lucru conduce la ideea unor diferenţe foarte mari în ceea ce priveşte consumul de energie pe locuitor în transporturi şi sectorul rezidenţial.

Sectorul industrial se caracterizează printr-o mare intensitate a consumului de energie datorată structurii acestuia, precum şi valorii scăzute (şi calităţii scăzute) a produselor realizate. Există însă şi un potenţial cert de creştere a eficienţei de utilizare. Unele studii de caz au arătat că în România consumurile specifice pe unitatea de produs sînt cu 20 - 30 % mai mari decît cele similare din ţările OECD.

Intensitatea consumului de energie în sectorul rezidenţial exprimată în tep/1000 m^2 suprafaţă construită este mai mare în România decît în ţările vestice. Situaţia este prezentată în tabelul 3.

Tabelul 3

	Consum final	
	tep/1000 m^2	GJ/1000 m^2
România	31,7	1325,1
Statele Unite ale Americii	18,7	781,6
Germania	22,9	957,2
Italia	17,9	748,2
Suedia	21,3	890,3
Anglia	21,9	915,4

Este necesară creşterea izolaţiei termice a clădirilor, introducerea unor sisteme individuale de măsură şi control a căldurii livrate în termoficare şi retehnologizarea reţelelor de transport al căldurii.

Eficienţa în transport este de asemenea redusă, dat fiind vechimea mare a parcului de autovehicule şi calitatea scăzută a mentenanţei şi service-ului.

Este apreciată favorabil înfiinţarea Agenţiei Române pentru Conservarea Energiei (ARCE) şi se prezintă organizarea, rolul şi acţiunile iniţiate. Astfel, ARCE a transmis deja către Ministerul Industriilor şi Consiliul pentru Coordonare, Strategie şi Reformă mai multe iniţiative politice printre care:

- realizarea unui fond naţional de investiţii pentru eficienţa energiei, prin aplicarea unei taxe de 0,5 % pe consumul industrial de energie;
- instituirea obligaţiei legale de realizare, o dată la trei ani, a bilanţurilor energetice de către toţi consumatorii cu consum legal de peste 1000 tep/an (41,8 TJ/an);
- instituirea obligaţiei legale de perfecţionare profesională a managerilor energiei;
- standardizarea izolaţiei termice a clădirilor noi etc.

Se recomandă separarea ARCE de Ministerul Industriilor şi transformarea sa într-o agenţie independentă.

RENEL şi ICEMENERG au întreprins, de asemenea, acţiuni de amploare pentru eficienţa energiei, fondurile alocate fiind mai mari decît cele de care a dispus ARCE. Astfel, RENEL a iniţiat şi desfăşoară două programe DSM privind conservarea energiei în industrie şi modernizarea unei reţele de termoficare urbană.

În ICEMENERG se desfăşoară programe de cercetare privind eficienţa energiei, atît în instalaţiile RENEL, cît şi la consumatori. Dintre acestea sînt citate:

- tehnologii de consum final eficiente energetic;
- acţionări cu turaţie variabilă;
- recuperarea resurselor energetice secundare;
- tarifare;
- prevenirea şi controlul poluării;
- standarde de eficienţă pentru receptoare.

În rezumat autorii arată ca pentru succesul dezvoltării sectorului energetic pe calea economiei de piaţă este esenţială realizarea următoarelor şase obiective politice;

1. Creşterea gradului de independenţă în managementul industriilor din sectorul energiei.
2. Abolirea cît mai rapidă a sistemului cotelor de energie practicat de Ministerul Industriilor.
3. Completarea reformei preţurilor prin dezvoltarea unui sistem de preţuri şi taxe orientat spre piaţă şi eficienţa economică.
4. Completarea legislaţiei actuale privind protecţia investitorilor străini cu legi specifice privind exploatarea şi extragerea ţiţeiului, investiţii particulare în sectorul energiei electrice (inclusiv pentru realizarea de centrale electrice independente).
5. Îmbunătăţirea protecţiei mediului şi elaborarea de reglementări specifice.
6. Examinarea de către Guvern a cererii de energie (cu considerarea potenţialului de conservare a acesteia) şi stabilirea pe această bază a planificării investiţiilor pentru alimentarea cu energie.

Elaborată de către un colectiv prestigios de autori şi sub egida unui for internaţional de mare anvengură, lucrarea "Energy Policies in Romania"* este extrem de utilă, atît pentru specialiştii şi oamenii de afaceri occidentali interesaţi de România, cît şi pentru cei români. Traducerea sa în limba română, cu efectuarea unor actualizări, ar fi binevenită.

ing. VASILE RUGINĂ - ICEMENERG

* Comandă prin poştă: 2, rue André Pascal 75775 Paris, Cedex 16, Franţa

RADCENCO VSEVOLOD, **Termodinamica generalizată, Editura Tehnică, Bucureşti, 1994, 187 fig., 128 ref.bibl., 396 p.**

În calitate de ştiinţă generală a energiei şi metodă de cercetare interdisciplinară, termodinamica a cunoscut în ultimele decenii o dezvoltare spectaculoasă prin implicaţiile conceptului de ireversibilitate în cele mai diferite domenii ale tehnicii, biologiei, economiei şi filozofiei.

Lucrarea supusă atenţiei cititorului reprezintă, din acest punct de vedere, o foarte reuşită descriere unitară a interacţiunilor conservative şi disipative din sistemele fizice axate pe ideea unei transformări energetice denumite politropa generalizată. Întrucît mişcarea termică este omniprezentă, aceste sisteme sînt în majoritatea cazurilor şi sisteme termodinamice. Starea energetică a acestora poate fi caracterizată cu ajutorul coordonatelor generalizate de tipul forţelor - intensităţilor Y şi deplasărilor sarcinilor X, în rîndul cărora un rol de primă dimensiune îl deţin coordonatele termice de stare, temperatură T şi entropia S.

Se demonstrează că legi fundamentale ale naturii pot fi descrise pe baza unei singure ecuaţii avînd forma YX^n = ct., unde $n \in (0, \infty)$ reprezintă un exponent politropic generalizat, care caracterizează intensitatea interacţiunii considerate. O parte importantă a lucrării tratează problematica complexă a interacţiunilor conservative din sistemele mecanice şi electromagnetice. Este dedusă o expresie generală a lucrului de deformare generalizată a suprafeţei de control a sistemului care se regăseşte în variaţia energiei acestuia şi în care intervine un potenţial generalizat de tip $\Omega = YX$. Pe această bază a devenit posibilă stabilirea unor expresii ale puterii generalizate de interacţiune în care sînt prezentate vitezele de variaţie ale coordonatelor generalizate. Spre deosebire de rezistenţele conservative, care au capacitatea de a "memora" acţiunea şi de a o stoca sub formă de energie (liberă), transmiterea puterii între sistemele fizice presupune existenţa unor rezistenţe disipative, adică a ireversibilităţii, condiţie a evoluţiei unui sistem în timp asociată cu creşterea entropiei. Autorul propune o nouă diagramă temperatură-flux de entropie, care permite evidenţierea pe cale grafică a pierderilor de putere cauzate de ireversibilitate, dar şi optimizarea sistemelor termoenergetice pe baza termodinamicii în timp finit. În acest mod este oferită o modalitate nouă de legătură cu termodinamica proceselor ireversibile din domeniul liniar prin atribuirea unor semnificaţii inedite coeficienţilor fenomenlogici din teoria lui Onsager. S-a impus, în acest context, o reconsiderare a metodei exergetice de analiză pe baza termodinamicii în timp finit şi a conceptului "expower" propus de autor. Pe această bază în lucrare se procedează la o analiză susţinută a diferitelor categorii de sisteme tehnice, dintre care atrag atenţia cele termoenergetice, frigorifice, de pompe de căldură, motoare termice, detentoare criogenice, compresoare, precum şi sistemele pneumoautomate. Se evidenţiază de fiecare dată condiţiile în care aceste sisteme pot interacţiona cu cele înconjurătoare şi modul de optimizare a indicilor de putere şi economicitate. S-au conturat concluzii referitoare la corelaţia între generarea minimă, ecologică, de entropie şi economicitatea maximă exprimată prin randamente termice şi coeficienţi de performanţă. În schimb, dezvoltarea puterii maxime este asociată cu disipaţii abundente, care presupun generări excedentare de entropie. Un exemplu edificator în acest sens îl constituie puterea unui motor cu ardere internă, care devine maximă atunci cînd disipaţia presiunii în sistemul de distribuţie atinge niveluri de 50 %, observaţie care poate sta la baza ridicării caracteristicii de turaţie a motorului.

Pentru a oferi o imagine cît mai cuprinzătoare a posibilităţilor oferite de termodinamica proceselor disipative, adică în timp finit şi cu viteză finită, sintetic, de termodinamică generalizată, lucrarea se încheie cu o incursiune în domeniul analizei structurilor biologice şi sistemelor socioeconomice, în care este subliniată importanţa disipaţiei ca sursă de ordine în spaţiu şi timp, după cum afirmă Prigogine.

Prin ideile expuse în această lucrare, autorul consideră că poate fi elaborată o teorie fenomenologică generală a interacţiunilor conservative şi disipative axată pe conceptele termodinamicii, în care este prezentată şi probabilitatea termodinamică prin politropa denumită probabilistică. Această politropă conţine în structura sa potenţialul energetic generalizat Ω şi probabilitatea corespunzătoare formei de interacţiune considerate.

Lucrarea se adresează unui cerc foarte larg de cititori, studenţi, ingineri, cercetători şi doctoranzi, care doresc să aprofundeze această ştiinţă fascinantă care este termodinamica.

Prof. dr. ing. CONSTANTIN NEAGA - Facultatea de Inginerie Mecanică, Universitatea "Politehnica", Bucureşti

Cuprinsul general al revistei Energetica , seria A, pe anul 1994

INTERVIURI

1. Interviu cu dl. Victor Vaida, preşedintele RENEL, nr. 1, p.3 - 8
2. Interviu cu dl. Secretar de Stat Florin Tănăsescu, Ministrul Cercetării şi Tehnologiei, nr. 5, p. 211 - 215

EDITORIALE

nr. 2, p.51; nr.3, p 103; nr.4, p. 151; nr.4, p. 152

I. ORIENTĂRI ÎN ENERGETICĂ

1. Gabriel Poenaru, Constantin Popescu, Georgeta Stănciulescu: Securitatea resurselor energetice naţionale, nr. 1 , p. 9 - 13
2. Klaus Brendow: Problemele Europei de Vest şi de Est privind o dezvoltare energetică economică durabilă - evaluare comparativă, nr. 2, p. 52 - 63

II. ENERGETICA ÎN UNITĂŢI ECONOMICE

1. Nicolae Leonăchescu, Emanuel Darie: Consideraţii teoretice privind energetica proceselor de frînare, nr.3, p. 129 - 131

V. CENTRALE TERMOELECTRICE

1. Stoian Petrescu, Roxana Iordache, George Stănescu: Principiul I al termodinamicii pentru sistemele închise, cu luarea în considerare a ireversibilităţii generate de viteza finită a pistonului, laminare, frecarea piston-cilindru, nr. 1, p. 14 - 20
2. Mircea Cârdu: Opţiuni privind construcţia turboagregatelor cu turbine cu abur de mică putere, nr. 1, p. 21-27
3. Mircea Cârdu: Soluţii constructive speciale aplicabile în fabricaţia de turbine cu abur, nr. 2, p. 64-71
4. Constantin Neaga: Optimizarea construcţiei generatoarelor de abur cu parametri nominali reduşi, nr. 3, p. 113 - 116
5. Ioana Ionel, Cornel Ungureanu, Floriana Stoian: Unele consideraţii privind construcţia şi funcţionarea cazanului ABA 2.1. Denoxarea gazelor de ardere prin procedeul SNCR cu injecţie cu amoniac, nr.3, p.117 - 124
6. Titus Grecu, Gabriel Negreanu : Regimurile nenominale ale turbinelor cu abur analizate cu ajutorul calculatorului, nr. 6, p.263 - 267
7. Victor Ghia : Grafologia arderii combustibililor lichizi grei, nr.6, p.268 - 274
8. Constantin Neaga : Dependenţa funcţiilor dinamice ale arderii particulei de cocs de modul de separare a cenuşii interne, nr.6, p.275 - 283
9. Mircea Rădulescu : Experienţa privind arderea în stare pulverizată a ligniţilor româneşti la cazane energetice de debit mare, nr.6, p.284 - 288
10. Mircea Rădulescu, Cristian Totolo: Reconstrucţia instalaţiei de preparare şi ardere a prafului de lignit la cazanul de 420 t/h, nr.6, p.289 - 293

VI. CENTRALE HIDROELECTRICE

1. Valeriu Bogan: Amenajarea potenţialului hidroenergetic al României pe termen mediu, nr.1, p.28 - 30
2. Dumitru Spiridon: Căile prioritare de mărire a gradului de utilizare a potenţialului hidroenergetic din România, nr. 2, p. 72 - 75
3. Lucian Mândrea: Proiectarea captărilor şi decantoarelor, nr. 5, p. 249 - 259

VIII. REŢELE ELECŢRICE

1. Alexandru Poeată: Consideraţii privind creşterea ponderii impactului estetic vizual şi selectarea variantelor de realizare a reţelelor electrice, nr. 5, p. 235 - 238

IX. ALIMENTARE CU CĂLDURĂ

1. Constantin Neaga: Calculul economic privind proiectarea şi verificarea izolaţiei termice, nr. 2, p. 76 - 83
2. Victor Athanasovici, Cristian Răducanu: Modelarea regimurilor de funcţionare "nenominale-stabilizate" ale instalaţiilor pentru livrarea căldurii sub formă de apă fierbinte din CET, nr. 2, p. 84 - 90
3. Victor Athanasovici, Ion Sotir Dumitrescu, Cristian Răducanu, Adrian Căpraru: Analiza pe baza randamentului energetic global a CET cu abur, nr.3, p. 104 - 112

XI. CHIMIA ÎN ENERGETICĂ

1. Aurelia Bolma, Marieta Oprea, Virgil Bădescu, Mihai Radu, Eleonora Cerbu: Identificarea impurificatorilor organici din circuitul termic al generatoarelor de abur prin spectrometrie de masă şi cromatografie de gaze, nr. 3, p. 125 - 128
2. Ioana Ionel: Formarea N_2O în timpul denitrificării gazelor de combustie prin reducere selectivă noncatalitică cu injecţie de amoniac (în limba engleză), nr. 5, p. 229 - 234

XII. PROTECŢIA MEDIULUI

1. Nicolae Antonescu : Reducerea emisiilor de NO_x prin controlul temperaturii de ardere, nr. 1, p. 31 - 36
2. Călin Mihăileanu: Unele aspecte ale acţiunilor normative întreprinse pe plan naţional în diferite ţări pentru combaterea poluării atmosferice, nr.4,.p.153 - 156
3. Dumitru Manea : Perspectiva introducerii în tarife a "eco-taxelor", nr. 4, p. 157 - 161
4. Gheorghe Manea : Pădurea în ecuaţia efectului de seră - cazul României, nr. 4, p. 162 - 168
5. Eleonora Ataman : Desulfurarea gazelor de ardere de la cazanele ce ard păcură şi gaze naturale, nr. 4, p. 169 - 173
6. Georgeta Hristescu, Carmen Condrea, Ecaterina Zissulescu, Rodica Macarie: Tehnologii de desulfurare, nr. 4, p. 174 - 181

7. Liviu Dragoş, Alexandru Savu : Desulfurarea umedă cu calcar a gazelor de ardere provenind de la cazane funcţionînd pe păcură, cărbune sau mixt, nr. 4, p. 182 - 184
8. Elisabeta Păsculete, Gabriel Anghelidis, Cornelia Comşa: Tehnologii moderne pentru îndepărtarea NO_x din gazele de ardere ale centralelor care folosesc combustibili solizi, nr. 4, p. 185 - 192
9. Arjan Sipkema, Petra de Visser: Evaluarea impactului asupra mediului la Compania minieră şi energetică Ajka din Ungaria (în limba engleză), nr. 5, p. 216 - 228
10. Speranţa Ianculescu, Serena Adler: Principii ale legislaţiei de mediu din România, nr. 5, p. 239 - 241

XV. ISTORIA ENERGETICII
1. Paul Cartianu, Spiridon Dumitru: Încheierea planului de amenajare a cursului superior al Ialomiţei prin realizarea CHE Bolboci -Scropoasa, nr. 1, p. 38 - 44

XVI. MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE
1. George Manolescu: Reuniunea CEE-ONU privind eficienţa energetică şi tranziţia economică în Europa Centrală şi de Răsărit, nr.1, p. 44 - 45
2. Călin Mihăileanu: Simpozionul cu tema "Eficacitatea energetică şi tranziţia economică în ţările Europei Centrale şi Orientale, nr. 2, p.90 - 92
3. Vladimir Constantinescu, Călin Teodorescu, Romulus Helju, Gabriel Romaşcu: Seminarul "Reabilitarea centralelor termoelectrice cu luarea în consideraţie a protecţiei mediului ambiant", nr. 2, p. 93 - 95
4. xxx Conferinţa Naţională a Societăţii Române de Termodinamică, nr. 2, p. 96
5. Gabriel Romaşcu, Ion Marcu: Simpozionul "Tehnologii de utilizare a cărbunelui", Helsinki, 10 - 13 mai, nr.3, p. 132 - 134
6. Maria Anghel, Eleonora Ataman, Gabriel Romaşcu: Conferinţa UNIPEDE "Producerea energiei în termocentrale şi mediul ambiant", Hamburg, 1 - 3 septembrie ' 93, nr. 3, p. 135 - 137
7. Magdalena Matei: A doua Conferinţă a Institutului Mondial al Cărbunelui (WCI), nr. 4, p. 194 - 198
8. Vladimir Constantinescu, Sorin Ungur: 90 de ani în slujba consumatorilor, nr. 4, p. 198 - 200.
9. Costin Rucăreanu: Sesiunea ştiinţifică a Comisiei de Energetică a Academiei Române, nr. 4, p. 200 - 202
10. Eleonora Ataman: Reducerea emisiilor de bioxid de sulf prin desulfurarea gazelor de ardere, nr. 5, p. 242 - 248
11. Ovidiu Ţuţuianu, Viorica Ţecheră: Întîlnirea de lucru privind "Creşterea gradului de valorificare a cenuşilor de termocentrală", nr. 6, p. 294 - 296

XVII. DIN ENERGETICA ROMÂNEASCĂ
1. nr. 4, p. 156

XVIII. DIN ENERGETICA MONDIALĂ
1. Ionel Chiriţă: Probleme operaţionale de tactică şi strategie în energetica nucleară, nr. 1, p.13
2. Miron Laurenţiu Goia: Într-un studiu al Ministerului Industriei din Franţa se precizează că energia nucleară rămîne cea mai competitivă, nr. 3, p. 138
3. Costin Moţoiu: Date şi informaţii legate de sistemul electroenergetic german, nr. 4, p. 203- 205

XIX. PUBLICAŢII NOI
1. xxx Natural Resources and Energy Non-Dissipation and Management, nr. 4, p. 192

XX. RECENZII
1. George Chercea: Basu, P., Fraser, S.A. "Cazane cu strat fluidizat în circulaţie. Concepţie şi exploatare", nr. 2, p. 71, 97 - 98
2. George Chercea: Effenberger, H. "Generatoare de abur", nr.3, p. 139 - 141
3. Eugeniu Pavel: Revista Termotehnica, nr. 3, p. 141-142
4. Călin Mihăileanu: Paul Cartianu "Nicolae Caranfil", nr. 4, p. 168
5. George Chercea:Basu, P."Cazane cu ardere în strat fluidizat. Concepţie şi aplicaţii", nr. 5, p. 253 - 254
6. Silvia Prundianu, Mihai Popovici : x x x European Pump & Pumping, nr.6, p. 297 - 298
7. Vasile Rugină : * * * Polilici ale energiei în România, nr.6, p. 299 - 301
8. Constantin Neaga : Radcenco Vsevolod "Termodinamica generalizată", nr.6, p. 302

XXI. OPINII
1. Romulus Sfichi: Definirea şi clasificarea manifestărilor tehnico-ştiinţifice în procesul informării documentare, nr. 1, p. 36 - 37

XXII. INFORMAŢII
1. nr.1, p. 8
2. Al 16-lea congres al Consiliului Mondial al Energiei - Tokio, 1995, nr. 4, p. 206

XXIII. DE PERSONIS
1. nr. 3, p. 131, p. 145 - 146; nr.6, p. 288

Regulamentul de funcţionare al revistei Energetica, nr. 5, p. 255 - 258

Index alfabetic al autorilor articolelor publicate în revista Energetica, seria A, în anul 1994

Adler Serena, nr. 5, p. 239 (XII, 10)
Anghel Maria, nr. 3, p. 135 (XVI, 6)
Anghelidis Gabriel, nr.4, p. 185 (XII, 8)
Antonescu Nicolae, nr. 1, p. 31 (XII, 1)
Ataman Eleonora, nr. 4, p. 169 (XII, 5), nr. 3, p.135 (XVI, 6), nr. 5, p. 242 (XVI, 10)
Athanasovici Victor, nr. 2, p. 84 (IX,2), nr. 3, p. 104 (IX, 3)

Bădescu Virgil, nr.3, p. 125 (XI,1)
Bogan Valeriu, nr. 1, p. 28 (VI, 1)
Bolma Aurelia, nr. 3, p. 125 (XI, 1)
Brendow Klaus, nr. 2, p. 52 (I, 2)

Cartianu Paul, nr.1, p. 38 (XV, 1)
Căpraru Adrian, nr. 3, p. 104 (IX, 3)
Cârdu Mircea, nr.1., p.21 (V, 2), nr. 2, p. 64 (V, 3)
Cerbu Eleonora, nr. 3, p. 125 (XI, 1)
Chercea George, nr. 2, p 71 (XX, 1), nr. 3, p. 139 (XX, 2), nr. 5, p. 253 (XX, 5)
Chiriţă Ionel, nr. 1, p. 13 (XVIII, 1)
Comşa Cornelia, nr. 4, p. 185 (XII, 8)
Condrea Carmen, nr. 4, p. 174 (XII, 7)
Constantinescu Vladimir, nr. 2, p. 93 (XVI, 3), nr. 4, p. 198 (XVI, 8)

Darie Emanuel, nr.3, p.129 (II, 1)
Dragoş Liviu, nr. 4, p. 182 (XII, 7)
Dumitrescu Sotir Ion, nr. 3, p. 104 (IX, 3)
Dumitru Spiridon, nr.2, p.72 (VI, 2), nr.1, p.38 (XV, 1)

Ghia Victor, nr.6, p. 268 (V, 7)
Goia Miron Laurenţiu, nr. 3, p. 138 (XVIII, 2)
Grecu Titus, nr.6, p. 263 (V, 6)
Guţă Cristian, nr. 4, p. 156 (XVII, 1)

Helju Romulus, nr. 2, p. 93 (XVI, 3)
Hristescu Georgeta, nr. 4 p. 174 (XII, 6)

Ianculescu Speranţa, nr. 5, p. 239 (XII, 10)
Ionel Ioana, nr. 3, p. 117 (V, 5), nr. 5, p.229 (XI,2)
Ionescu Dumitru Cezar, nr. 2 A, nr. 51 (Editorial), nr. 4 p. 151 (Editorial)
Iordache Roxana , nr. 1, p. 14 (V, 1)

Leonăchescu Nicolae, nr. 3, p. 129 (II, 1)

Macarie Rodica, nr. 4, p. 174 (XII, 6)
Manea Dumitru, nr. 4, p. 157 (XII, 3)
Manea Gheorghe, nr. 4, p. 162 (XII, 4)
Manolescu George, nr. 1, p. 44 (XVI, 1)
Marcu Ion, nr. 3, p. 132 (XVI, 5)
Matei Magdalena, nr. 4, p. 194 (XVI, 7)
Mândrea Lucian, nr. 5, p. 249 (VI, 3)
Mihăileanu Călin, nr. 2, p. 90 (XVI,2) nr. 4, p. 153 (XII, 2), nr. 4, p. 168 (XX, 4),
Moţiu Cornel, nr. 4, p. 152 (Editorial)
Moţoiu Costin, nr. 4, p. 203 (XVIII, 3)
Mustaţă Vasile, nr. 3, p. 145 (XXIII, 1)

Nega Constantin, nr. 2, p.76 (IX,1), nr. 3, p.113 (V, 4), nr. 6, p. 275 (V, 8), nr. 6, p. 302 (XX, 8)
Negreanu Gabriel, nr. 6, p. 263 (V, 6)

Oprea Marieta, nr. 3, p. 125 (XI, 1)

Pavel Eugeniu, nr. 3, p. 141 (XX, 3)
Păsculete Elisabeta, nr. 4, p. 185 (XII, 8)
Poeată Alexandru, nr. 5, p. 235 (VIII, 1)
Poenaru Gabriel, nr. 1, p. 9 (I, 1)
Popescu Constantin, nr. 1, p. 9 (I, 1)
Popovici Mihai, nr. 6, p. 297 (XX, 6)
Petrescu Stoian, nr. 1, p. 14 (V,1)
Prundianu Silvia, nr.6, p. 297 (XX, 6)

Radu Mihai, nr. 3, p. 125 (XI, 1)
Răducanu Cristian, nr. 2, p. 84 (IX, 2), nr. 3, p. 104 (IX, 3)
Rădulescu Mircea, nr.6, p.284, (V, 9), nr.6, p. 289 (V, 10)
Romaşcu Gabriel, nr. 2, p. 93 (XVI, 3) , nr. 3, p. 132 (XVI, 5), nr. 3, p. 135 (XVI, 6)
Rucăreanu Costin, nr. 4, p. 200 (XVI, 9)
Rugină Vasile, nr. 3, p. 103 (Editorial), nr. 6, p. 299 (XX, 7)

Savu Alexandru, nr. 4, p. 182 (XII, 7)
Stănciulescu Georgeta, nr. 1, p.9 (I, 1)
Stănescu George, nr. 1, p. 14 (V, 1)
Sfichi Romulus, nr. 1, p. 36 (XXI, 1)
Sipkema Arjan, nr. 5, p. 216 (XII, 9)
Stoian Floriana, nr. 3, p. 117 (V, 5)

Teodorescu Călin, nr. 2, p. 93 (XVI, 3)
Totolo Cristian, nr.6, p. 289 (V, 10)

Ţecheră Viorica, nr. 6, p.294 (XVI, 11)
Ţuţuianu Ovidiu, nr.6, p. 294 (XVI, 11)

Ungur Sorin, nr. 4, p. 198 (XVI, 8)
Ungureanu Cornel, nr. 3, p. 117 (V, 5)

De Viser Petra, nr. 5, p. 216 (XII, 9)

Zissulescu Ecaterina, nr. 4, p. 174 (XII, 6)

NOTĂ

Informăm cititorii noştri că în cadrul schimburilor de publicaţii cu revista ENERGETICA, s-au primit la redacţie, pînă la 1 septembrie a.c., următoarele reviste tehnice cu profil energetic, din seriile anului 1994:

1. *IEEE Transaction on:*
   - *Power Delivery: 1 (ian.), 2 (apr.), 3 (iun.)*
   - *Power Systems: 1 (febr.), 2 (mai)*
   - *Energy Conversion: 1 (mai), 2 (iun.)*
2. *Energy in Japan: 1 (ian.), 2 (mart.), 3 (mai), 4 (iul.)*
3. *Modern Power System: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mai)*
4. *IAEA Bulletin : 1 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iul.)*
5. *Bulletin Scientifique de l'AIM: 4/93 (trimestrul IV)*
6. *Revue Generale de l'Electricité: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iul.)*
7. *Revue Générale du Nucleaire : 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
8. *L'Energia Elettrica: 1 (ian.-febr.), 2 (mart.-apr.), 3 (mai-iun.)*
9. *CESI: 4 (apr.)*
10. *Electrotechnische Zeitscrift: 1 (ian.), 2 (febr.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iun.), 8 (aug.)*
11. *Electrowarme: 2 (iul.)*
12. *Liaison energie: 1 (ian.-mart.), 2 (apr-iun.)*
13. *Belgian Bussiness and Industrie: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iun.), 7 (iul.), 8 (aug.)*
14. *Electricity Association: 16 (ian.), 17 (apr.), 18 (iul.)*
15. *Allianz Report: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
16. *ATP: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iun.), 7 (iul.), 8 (aug.)*
17. *Bussiness Central Europe: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
18. *Atomnaia energhetika: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.),*
19. *Atomnaia tehnika za rubejom: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
20. *Promîşlennaia energhctika: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6(iun.), 7 (iul.)*
21. *Jaderne energie : 10, 11,12/93*
22. *Terminometro: 15 (iun.)*

Publicaţiile primite sînt donate de redacţie Institutului de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG şi pot fi consultate de cei interesaţi la biblioteca recent reamenajată în corpul laboratoare la parter.

CONTENTS

THERMAL POWER PLANTS
TITUS GRECU, GABRIEL NEGREANU: Computerized Unrated Regimes of Steam Turbines 263 - 267

THERMAL POWER PLANTS. *COMBUSTION PROCESSES*

VICTOR GHIA: The Combustion Graphology of Heavy Liquid Fuels 268 - 274
CONSTANTIN NEAGA: Dependence of Coke Combustion Dynamic Functions on the Internal Ash Separation Modality 275 - 283
MIRCEA RĂDULESCU: Experience on Romanian Lignite Combustion under Powder State within Energy Boilers with Great Discharge 284 - 288
MIRCEA RĂDULESCU, CRISTIAN TOTOLO : Firing Equipment Reliabilitation for 420 t/h Boilers Running on Powdered Lignite 289 - 293

EVENTS

OVIDIU ŢUŢUIANU, VIORICA ŢECHERĂ: Conclusions on the meeting "Improving Ash Best Utilisation within Thermal Power Plants" 294 - 296

REVIEW

SILVIA PRUNDIANU, MIHAI POPOVICI : * * * European Pump and Pumping 297 - 298
VASILE RUGINĂ: * * * Romanian Energy Policies 299 - 301
CONSTANTIN NEAGA : Radcenco Vsevolod " Generalised Thermo - Dynamics" 302

GENERAL CONTENTS OF THE ENERGETICA REVIEW, SERIE A, FOR 1994 303 - 304
ALPHABETIC INDEX OF THE AUTHORS OF ARTICLES PUBLISHED BY THE ENERGETICA REVIEW 305

INHALT

WASSERKRAFTWERKE
TITUS GRECU, GABRIEL NEGREANU: Rechnergestützte Analyse der nichtnominalen Dampfturbinenfahrweisen 263 - 267

WASSERKRAFTWERKE. *VERBRENNUNGSPROZESSE*
VICTOR GHIA: Die graphische Darstellung der Verbrennung schwerer, flüssiger Brennstoffe 268 - 274
CONSTANTIN NEAGA: Die Abhängigkeit der dynamischen Funktionen der Verbrennung der Kokspartikel von der Abtrennungsweise des inneren Aschegehalts 275 - 283
MIRCEA RĂDULESCU: Verveuerungser fahrung mit rumänischem Lignitstaub in KW-Grossleistungs-Dampferzeugern 284 - 288
MIRCEA RĂDULESCU, CRISTIAN TOTOLO : Dei rekonstruktion der anlage zur verfeuerung von lignitstaub im 420 t/h - daaaampferzeuger 289 - 293

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE VERANSTALTUNGEN

OVIDIU ŢUŢUIANU, VIORICA TECHERA : Schhlussfogerungen des Treffens zum Thema "Erhöhung der Verwertungsgrades der KW-Asche" 294 - 296

REZENSIONEN

SILVIA PRUNDIANU, MIHAI POPOVICI : * * * European Pump & Pumping 297 - 298
VASILE RUGINĂ: * * * Energiepolitiken in Rumänien 299 - 301
CONSTATIN NEAGA : Radcenco Vsevolod " Generalisierte Thermodynamik" 302

GESAMTER INHALT ZEITSCHRIFT ENERGETICA, SERIE A, ERSCHEINUNGSJAHR 1994 303 - 304
ALPHABETISCHE ABFUHRUNG DER AUTOREN, DEREN ARTIKEL IN DEN SERIE A DER ZEITSCHRIFT ENERGETICA, 1994, ERSCHIENEN SIND 305

SOMMAIRE

CENTRALES THERMIQUES
TITUS GRECU, GABRIEL NEGREANU : Les régimes non nominaux des turbines a vapeur analysés a l'aide de l'ordinateur 263 - 267

CENTRALES THERMIQUES. *LES PROCESSUS DE COMBUSTION*

VICTOR GHIA : La graphologie de la combustion des combustibles liquides lourds 268 - 274
CONSTANTIN NEAGA : La dépendance des fonctions dynamiques de la combustion de la particule de core du mode de séparation des cendres internes 275 - 283
MIRCEA RĂDULESCU: L'expérience de la combustion a l'état pulvérulent des lignites roumains dans les chaudieres a grand débit 284 - 288
MIRCEA RĂDULESCU , CRISTIAN TOTOLO : La reconstruction de l'installation de traitement et de combustion de la poussiere de lignite dans la chaudiere 420 t/h 289 - 293

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES

OVIDIU ŢUŢUIANU, VIORICA ŢECHERĂ: Les conclusions de la réunion sur "La hausse du degré de valorisation des cendres provenues des centrales thermiques" 294 - 296

COMPTE RENDU

SILVIA PRUNDIANU, MIHAI POPOVICI: * * * "European Pump and Pumping" (Pompes et pompage) 297 - 298
VASILE RUGINĂ: * * * Romanian Energy Polices (Les politiques de l'énergie en Roumanie) 299 - 301
CONSTANTIN NEAGA: Radcenco Vsevolod " La Thermodynamique généralisée" 302

SOMMAIRE GENERAL DE LA REVUE ENERGETICA, LA SERIE A, EN 1994 303 - 304
INDEX ALPHABETIQUE DES AUTEURS DES ARTICLES PUBLIES DANS LA REVUE ENERGETICA, SERIE A, EN 1994 305

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
ТИТУС ГРЕКУ, ГАБРИЕЛ НЕГРЯНУ: Неноминальные режимы паровых турбин, анализированные с помощью ЭВМ 263 - 267

ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ. *ПРОЦЕССЫ СЖИГАНИЯ*

ВИКТОР ГИЯ: Графология сжиганя тяжелых жидких топлив 268 - 274
КОНСАНТИН НЕАГА : Эависимость динамических функций сжигания частицы кокса от способа выделения внутреней золы 275 - 283
МИРЧА РЭДУЛЕСКУ : Опыт сжигания румынких лигнитов в распыленном виде на энергетических котлах большой мощности 284 - 288
МИРЧА РЭДУЛЕСКУ, КРИСТИАН ТОТОЛО: Реконструкция устаиовки приготов щения и сжигания лигнитной пыли на котле 420 т/ч 289 - 293

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

ОВИДЮ ЦУЦУЯНУ, ВИОРИКА ЦЕКЕРЭ: Заключения встречи по "Повышению степени освоения зол тэц" 294 - 296

РЕЦЕНЗИЯ
СИЛВИЯ ПРУНДИЯНУ, МИХАЙ ПОПОВИЧИ: * * * "Европейские насосы и накачивание" 297 - 298
ВАСИЛЕ РУДЖИНА : * * * "Политики энергии в Румынии" 299 - 301
КОНСТАНТИН НЕАГА : Всеволод Радченко " Обобщенная термодинамика" 302

ОБЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА ЭНЕРГЕТИКА, СЕРИЯ А, В 1994 - М ГОДУ 303 - 304
АЛФАБИТЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ ЭНЕРГЕТИКА, СЕРИЯ А, В 1994 - М ГОДУ 305

ORSZÁGOS KÖZPONTI MŰSZAKI KÖNYVTÁR INFORMÁCIÓS 1883

NOTĂ

Informăm cititorii noştri că în cadrul schimburilor de publicaţii cu revista ENERGETICA, s-au primit la redacţie, pînă la 1 septembrie a.c., următoarele reviste tehnice cu profil energetic, din seriile anului 1994:

1. *IEEE Transaction on:*
   - *Power Delivery: 1 (ian.), 2 (apr.), 3 (iun.)*
   - *Power Systems: 1 (febr.), 2 (mai)*
   - *Energy Conversion: 1 (mai), 2 (iun.)*
2. *Energy in Japan: 1 (ian.), 2 (mart.), 3 (mai), 4 (iul.)*
3. *Modern Power System: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mai)*
4. *IAEA Bulletin : 1 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iul.)*
5. *Bulletin Scientifique de l'AIM: 4/93 (trimestrul IV)*
6. *Revue Generale de l'Electricité: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iul.)*
7. *Revue Generale du Nucleaire : 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
8. *L'Energia Elettrica: 1 (ian.-febr.), 2 (mart.-apr.), 3 (mai-iun.)*
9. *CESI: 4 (apr.)*
10. *Electrotechnische Zeitscrift: 1 (ian.), 2 (febr.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iun.), 15 (aug.)*
11. *Electrowarme: 2 (iul.)*
12. *Liaison energie: 1 (ian.-mart.), 2 (apr-iun.)*
13. *Belgian Bussiness and Industrie: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iun.), 7 (iul.), 8 (aug.)*
14. *Electricity Association: 16 (ian.), 17 (apr.), 18 (iul.)*
15. *Allianz Report: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
16. *ATP: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6 (iun.), 7 (iul.), 8 (aug.)*
17. *Bussiness Central Europe: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
17. *Atomnaia energhetika: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.),*
18. *Atomnaia tehnika za rubejom: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.)*
19. *Promîşlennaia energhetika: 1 (ian.), 2 (febr.), 3 (mart.), 4 (apr.), 5 (mai), 6(iun.), 7 (iul.)*
20. *Jaderne energie : 10, 11,12/93*
21. *Terminometro: 15 (iun.)*

Publicaţiile primite sînt donate de redacţie Institutului de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, şi pot fi consultate de cei interesaţi la biblioteca recent reamenajată în corpul laboratoare la parter.

Romania
RENEL
Romanian Electricity Authority

ICEMENERG
ENERGY RESEARCH AND
MODERNISING INSTITUTE
8, Energeticienilor Blvd.
79619 Bucharest 3 - Romania
fax: (401) 321 10 10; phone: (401) 321 32 41
email: srcti @cci.vsat.ro

For over 35 years of experience ICEMENERG - RENEL turned to be the Romanian leader in all energy services

* ***R&D and demonstration projects***
* ***Nation-wide energy and environmental issues***
* ***Certifying and testing of industrial equipment and appliances***

ICEMENERG

ICEMENERG is your credible partner in:

* *energy policies and forecasts*
* *energy-related environmental issues*
* *clean energy technologies*
* *quality engineering and surveillance*
* *complete knowledge of RENEL endowment and needs*
* *a large spectrum of engineering and consulting services, audits, inspections and studies*
* *a wide range of specific equipment and components for power applications*

The works carried out in Romania and abroad consolidated the prestige of ICEMENERG.

RENEL

* *refitting works with own expertise und technologies*
* *maintenance technologies and materials*
* *a wide range of tests and measurements*
* *commissioning of power plants and substations*

OTHER DOMESTIC CLIENTS

* *capitalisation of renewables*
* *DSM projects*

FOREIGN CLIENTS

* *consultancy and engineering;*
* *hydrometry systems*
* *warranty and commissionig tests*
* *operation tests and measurements (thermovision)*
* *generator excitation systems - manufacturing and expertise*
* *turbine control systems*
* *noise dampers*